

(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Published Patent Application (A)

(11) Patent Application Laid-Open No.: 2001-189460 (P2001-189460A)

(43) Laid-Open Date: July 10th, 2001

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	Identification Symbol	FI	Theme Code (reference)
H 01 L 29/786		H01L 21/02	B 2H092
	21/336		27/12 B 5F110
G02F 1/1365			29/78 627D
H01L 21/02		G02F 1/136	500
	27/12		

Request of Examination: not filed

The Number of Claims: 16 OL (15 pages in total)

(21) Application No. : Hei 11-375812

(22) Application Date : December 28th, 1999

(71) Applicant : 000002369

Seiko Epson Corporation

2-4-1 Nishi-shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo

(72) Inventor : Satoshi INOUE

c/o Seiko Epson Corporation

3-3-5 Owa, Suwa-shi, Nagano

(74) Representative : 100079108

Patent Attorney Yoshiyuki INABA (and two others)

continued to the last page

(54) [Title of the Invention] Transferring and Manufacturing Method of Thin Film Device

(57) [Abstract]

[Problem to be Solved] In a transferring and manufacturing method of a thin film device utilizing a conventional double transfer technique, in order to solve the aforementioned problem, a transfer and separate technique of a thin film device is provided which can easily peel off or separate a transferred layer from an original substrate when carrying out a first transfer.

[Solution] A transferring method of a thin film device, which transfers a transferred layer formed over an original substrate to a first transfer substrate and further transfers the transferred layer to a second transfer layer. The first transfer substrate is selected to be harder than the second transfer substrate.

[Scope of Claim]

[Claim 1] A transferring method of a thin film device, comprising:

transferring a transferred layer formed over an original substrate to a first transfer substrate; and

transferring the transferred layer to a second transfer substrate,

wherein the first transfer substrate is selected to be harder than the second transfer substrate.

[Claim 2] The method according to claim 1,

wherein the transferred layer is a thin film semiconductor device formed over the original substrate.

[Claim 3] A transferring method comprising:

transferring a transferred layer formed over the original substrate to a first transfer

substrate; and

transferring the transferred layer to a second transfer substrate,

wherein the first transfer substrate itself is etched when transferring the transferred layer from the first transfer substrate to the second transfer substrate.

[Claim 4] The method according to claim 3,

wherein the transferred layer is a thin film state semiconductor device formed over the original substrate; and

wherein the first transfer substrate is more specifically dissolved in a specific solvent than the second transfer substrate.

[Claim 5] The transferring method according to claim 1 or 2,

wherein this first transfer substrate itself is etched when transferring the transferred layer from the first transfer substrate to the second transfer substrate.

[Claim 6] The method according to claim 5,

wherein the transferred layer is a thin film state semiconductor device formed over the original substrate; and

wherein the first transfer substrate is more specifically dissolved in a specific solvent than the second transfer substrate.

[Claim 7] A manufacturing method of a thin film device, comprising:

a first step of forming a first separate layer over an original substrate;

a second step of forming a transferred layer including a thin film device formed of a plurality of thin films over the first separate layer;

a third step of forming a second separate layer over the transferred layer;

a fourth step of bonding a first transfer substrate onto the second separate layer;

a fifth step of peeling off the transferred layer from the original substrate at the first



separate layer as a boundary;

a sixth step of bonding a second transfer substrate on the bottom side the transferred layer; and

a seventh step of peeling off the transferred layer and the first transfer substrate and transferring the transferred layer to the second transfer substrate,

wherein the first transfer substrate is selected to be harder than the second transfer substrate.

[Claim 8] A manufacturing method of a thin film device, comprising:

a first step of forming a first separate layer over an original substrate;

a second step of forming a transferred layer including a thin film device formed of a plurality of thin films over the first separate layer;

a third step of bonding a first transfer substrate onto the transferred layer;

a fourth step of peeling the transferred layer off the original substrate;

a fifth step of bonding a second transfer substrate on the bottom side of the transferred layer; and

a sixth step of peeling the transferred layer off this first transfer substrate while dissolving the first transfer substrate in a specific solvent to be removed and transferring the transferred layer to the second transfer substrate.

[Claim 9] A manufacturing method of a thin film device, comprising:

a first step of forming a first separate layer over an original substrate;

a second step of forming a transferred layer including a thin film device formed of a plurality of thin films over the first separate layer;

a third step of bonding a first transfer substrate onto the transferred layer;

a fourth step of peeling the original substrate off the transferred layer at the first



separate layer as a boundary;

a fifth step of bonding a second transfer substrate on the bottom side of the transferred layer; and

a sixth step of peeling the transferred layer off the first transfer substrate while dissolving the first transfer substrate in a specific solvent to be removed and transferring the transferred layer to the second transfer substrate,

wherein the first transfer substrate is selected to be harder than the second transfer substrate.

[Claim 10] The method according to any one of claim 4, 5, 8, or 9,

wherein a substrate with high solubility to a specific organic solvent is used as the first transfer substrate and a substrate with low solubility to this organic solvent is used as the second transfer substrate.

[Claim 11] The method according to any one of claims 7 to 9,

wherein at least one layer of a thin film among the plurality of thin films which form the thin film device and the first and second separate layers is formed by using a liquid phase process in which liquid including a component of the thin film is solidified after application.

[Claim 12] A thin film device formed over the second transfer substrate by the method according to any one of the aforementioned claims.

[Claim 13] A thin film integrated circuit device characterized by having a structure including the thin film device according to claim 12.

[Claim 14] The device according to claim 13,

wherein the thin film device is an active matrix substrate including a pixel portion constituted to include a thin film transistor (TFT) arranged in matrix and a pixel

electrode connected to one end of the thin film transistor.

[Claim 15] A liquid crystal display device characterized by including the active matrix substrate according to claim 14.

[Claim 16] An electronic device including the device according to claim 13.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention Pertains] The invention relates to a transfer technique in which a thin film device (thin film semiconductor circuit) formed over a substrate is transferred to a transfer substrate.

[Related Art] For example, when manufacturing a liquid crystal display using a thin film transistor (TFT), a step of forming a thin film transistor over a substrate by CVD or the like is carried out. The step of forming the thin film transistor over the substrate requires a high temperature process; therefore, the substrate is required to be formed of a material with superior heat resistance, that is, with a high softening point and melting point. Therefore, currently, quartz glass is used as a substrate which resists a temperature of about 1000°C and heat resistant glass is used as a substrate which resists a temperature of about 500°C.

[0002] As described above, a substrate which incorporates a thin film device has to satisfy a condition to manufacture the thin film devices. That is to say, a substrate to be used is determined so as to necessarily satisfy a manufacturing condition of a device to be incorporated.

[0003] However, the aforementioned "substrate" is not necessarily favorable when focusing only a stage after completing a substrate incorporating a thin film device such as a TFT.

[0004] For example, when carrying out a manufacturing process requiring a high temperature process as described above, a quartz substrate, a heat resistant glass substrate, or the like is used. However, these are very expensive and thus increase product prices.

[0005] In addition, a glass substrate is heavy and easily broken. In a liquid crystal display used in a portable electronic device such as a palm top computer and a portable phone, it is preferable to be as cheap as possible, light, resists some deformation, and is not easily broken when dropped. However, actually a glass substrate is usually heavy, sensitive to deformation, and may be broken when dropped.

[0006] That is to say, there is a gap between regulations of manufacturing conditions and favorable characteristics required for the product, which made it quite difficult to satisfy these both conditions and characteristics.

[0007] In view of this, the applicant suggests a technique to form a transferred layer including a thin film device over a substrate by a conventional process, and then separate this transferred layer including the thin film device from the substrate and transfer it to a transfer body (Japanese Patent Application No. H8-225643).

[0008] In order to do this, a separate layer is formed between the substrate and the thin film device as the transferred layer. When this separate layer is irradiated with light, the separate layer is peeled off in and/or at an interface to weaken the bonding force between the substrate and the transferred layer, thereby the transferred layer can be separated from the substrate. As a result, the transferred layer is transferred to the transfer body. When a manufacturing process requiring a high temperature process is required to form the thin film device, a quartz substrate, a heat resistant glass substrate, or the like is used. However, as the transfer body is not exposed to such high



temperature process, it is advantageous in that regulations required as the transfer body are considerably eased.

[0009] In the transfer technique described here, a stacked-layer relation for a first substrate (original substrate) used when manufacturing the transferred layer and a stacked-layer relation for the first transfer substrate (primary transfer body) to which the transferred layer is transferred become opposite to each other.

[0010] In view of this, the transferred layer transferred to the first transfer substrate is transferred again to a second transfer substrate (secondary transfer body) to make the stacked-layer relation of the transferred layer back to original. Further, when carrying out a transfer only once, it is difficult to transfer the transferred layer over the quartz substrate directly to a film (primary transfer body), while the transferred layer can be favorably transferred to the film type secondary transfer body by utilizing a secondary transfer through a primary transfer.

[0011]

[Problems to be Solved by the Invention] There is a following problem in a conventional technique in which double transfer is carried out. First, when a first transfer is carried out, there is a point to improve in peeling off or separating the transferred layer from the original substrate. Moreover, in the conventional double transfer technique, the transferred layer and the first transfer substrate are bonded through a water-soluble adhesive. By exposing the water-soluble adhesive in a water-base solvent, this adhesive and separate layer is etched so that the transferred layer is peeled off the primary transfer body in a portion of this water-soluble adhesive to be transferred to the secondary transfer body. However, there is a problem in that this peeling off is not sufficiently carried out or takes time.





[0012] In view of this, a purpose of the present invention is, in a transferring and manufacturing method of a thin film device utilizing the conventional double transfer technique, to provide a transfer and separate technique of a thin film device, in which a transferred layer can be easily peeled off or separated from an original substrate in the case of carrying out a first transfer in order to solve the aforementioned problems.

[0013] Further, another purpose of the invention is to provide a transfer and separate technique of a thin film device, in which a transferred layer can be easily peeled off a first transfer substrate in a double transfer technique..

[0014]

[Means for Solving the Problem] In order to achieve the aforementioned purpose, the invention is characterized in that a first transfer substrate having a harder material and mode than a second transfer substrate is selected. In peeling off or separating a transferred layer from an original substrate, the transferred layer can be easily peeled off when the first transfer substrate is formed of a hard material or mode.

[0015] In addition, in order to achieve another purpose, in the invention, the first transfer substrate is selected among those which specifically dissolve in a specific solvent so that etching by the specific solvent sufficiently progresses in a peel and separate layer to peel the transferred layer surely off the first transfer substrate.

[0016] The invention is a transferring method of a thin film device (thin film semiconductor circuit) or a manufacturing method of a thin film device, utilizing these transfer and peel off technique, and further a thin film device, a semiconductor device having this thin film device, an active matrix substrate having a thin film device provided with TFTs arranged in arrays, or a liquid crystal device provided with this substrate.



quartz glass, heat resistant glass such as Corning 7059 or Nippon Electric Glass Co., Ltd. OA-2.

[0021] Moreover, a thickness of the substrate 100 is not particularly limited. However, it is normally preferable to be about 0.1 to 5.0 mm, and more preferably 0.5 to 1.5 mm. When the substrate 100 is too thin, the strength thereof is decreased, while when it is too thick, light decay is easily generated when the transmittance of the substrate 100 is low. It is to be noted that when the light transmittance of the substrate 100 is high, its thickness may exceed the aforementioned upper limit. Note that the thickness of the substrate 100 is preferably uniform so that it can be uniformly irradiated with light.

[0022] When the first separate layer 120 receives one or a plurality of a physical effect (light, heat, or the like), a chemical effect (a chemical reaction with a chemical or the like), or a mechanical effect (tension force or vibration), the bonding force thereof is decreased or eliminated, thereby the substrate 100 is encouraged through this first separate layer 120 to be peeled off.

[0023] As this first separate layer 120, for example, a material having a property to absorb irradiated light and cause peeling (hereinafter referred to as "in-layer peeling" or "interface peeling") in the layer and/or at an interface is used. It is more preferable to use a material in which bonding force between atoms or molecules of a substance which forms the first separate layer 120 disappears or decreases, that is, ablation is generated to cause in-layer peeling and/or interface peeling.

[0024] Furthermore, gas may be emitted from the first separate layer 120 by light irradiation, which may generate a separation effect. That is to say, there are a case where a component included in the first separate layer 120 is emitted as gas and a case where the first separate layer 120 absorbs light and becomes gas for a moment, of which

[0017]

[Embodiment Modes of the Invention] Next, embodiment modes of the invention are described with reference to the drawings. FIGS. 1 to 9 are diagrams for describing a first embodiment mode (a transferring method of a thin film device) of the invention. Embodiment Mode 1 relates to a method for transferring a transferred layer formed of a thin film device layer to a transfer body by double transfer. In addition, in deposition methods of each layer, a liquid phase process will be described later separately by the kinds of the films.

[0018] As shown in FIG. 1, a first separate layer (light absorbing layer) 120 is formed over a substrate 100. Hereinafter described are the substrate 100 and the first separate layer 120. The substrate 100 preferably has a light transmitting property, through which light can transmit. In this case, it is preferable that the light transmittance be 10% or higher, and more preferably 50% or higher. When this transmittance is too low, light decay (loss) increases and thus more light is required to peel off the first separate layer 120.

[0019] Further, the substrate 100 is preferably formed of a highly reliable material. In the case where all films forming a transferred layer 140 formed over this substrate 100 are implemented by a liquid phase process, heat resistance is not required either.

[0020] However, it is preferable that the substrate 100 be formed of a material with a distortion point of  $T_{max}$  or higher when a highest temperature when forming the transferred layer 140 is  $T_{max}$ . In the case of forming a part of a film of the transferred layer 140 by a relatively high temperature process other than a liquid layer process, the substrate 100 is preferably formed of a material with a distortion point of 350°C or higher, and more preferably 500°C or higher. As such materials, for example, there is

emitted vapor contributes to the separation. As a composition of such first separate layer 120, for example, substances described in following A to E are suggested.

**A. amorphous silicon (a-Si)**

In this amorphous silicon, hydrogen (H) may be included. In this case, it is preferable that the content of H be about 2 atomic% or higher, and more preferably about 2 to 20 atomic%. In this manner, when hydrogen (H) is included at a predetermined content, hydrogen is emitted by light irradiation and internal pressure is generated in the first separate layer 120, which becomes force to peel off the top and bottom thin films. The content of hydrogen (H) in amorphous silicon can be controlled appropriately by setting deposition conditions, for example, conditions such as a gas composition, a gas pressure, a gas atmosphere, a gas flow rate, a temperature, a substrate temperature, and an infusion power.

**B.** SiO, SiO<sub>2</sub>, and Si<sub>3</sub>O<sub>2</sub> are suggested as various oxide ceramics such as silicon oxide or silicon oxide compound, titanium oxide or titanium oxide compound, zirconium oxide or zirconium oxide compound, lanthanum oxide or lanthanum oxide compound, or the like, a transmitting electric (a ferroelectric) or semiconductor silicon oxide. As a silicon oxide compound, for example, K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, Li<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, CaSiO<sub>3</sub>, ZrSiO<sub>4</sub>, and Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> are suggested.

[0025] As titanium oxide, TiO, Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and TiO<sub>2</sub> are suggested. As a titanium oxide compound, for example, BaTiO<sub>4</sub>, BaTiO<sub>3</sub>, Ba<sub>2</sub>Ti<sub>9</sub>O<sub>20</sub>, BaTi<sub>9</sub>O<sub>11</sub>, CaTiO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>3</sub>, PbTiO<sub>3</sub>, MgTiO<sub>3</sub>, ZrTiO<sub>2</sub>, SnTiO<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub>, and FeTiO<sub>3</sub> are suggested.

[0026] As zirconium oxide, ZrO<sub>2</sub> is suggested. As a zirconium oxide compound, for example, BaZrO<sub>3</sub>, ZrSiO<sub>4</sub>, PbZrO<sub>3</sub>, MgZrO<sub>3</sub>, and K<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> are suggested.

**C.** ceramics such as PZT, PLZT, PLLZT, and PBZT or a dielectric (a ferroelectric) **D.**

ceramics nitride such as silicon nitride, aluminum nitride, and titanium nitride

#### E. organic high molecular material

As an organic high molecular material, a material having a bond (these bonds are cut by light irradiation), such as -CH-, -CO- (ketone), -CONH- (amide), -NH- (imide), -COO- (ester), -N=N- (azo), and -CH=N- (shiff), in particular any material having many of these bonds may be used. Moreover, an organic high molecular material may have a constitutive equation including aromatic hydrocarbon (one, two, or more benzene rings or its condensed ring).

[0027] As specific examples of such an organic high molecular material, polyolefin such as polyethylene and polypropylene, polyimide, polyamide, polyester, polymethylmethacrylate (PMMA), polyphenylene sulfide (PPS), polyether sulfone (PES), epoxy resin, and the like are suggested.

#### F. metal

As a metal, for example, Al, Li, Ti, Mn, In, Sn, Y, La, Ce, Nd, Pr, Gd, Sm, or an alloy including at least one kind of these are suggested.

[0028] Moreover, a thickness of the first separate layer 120 is different depending on a purpose for peeling, the conditions of the first separate layer 120 such as a composition, a layer structure, and a forming method; however, it is normally preferable to be about 1 nm to 20  $\mu\text{m}$ , and more preferably about 10 nm to 2  $\mu\text{m}$ , and further more preferably about 40 nm to 1  $\mu\text{m}$ . When the thickness of the first separate layer 120 is too small, uniformity of film deposition is spoiled and unevenness may be generated in peeling. Further, when the thickness is too thick, power of light (amount of light) is required to be increased to secure a favorable peeling property of the first separate layer 120, and at the same time, it takes time to remove the first separate layer 120 later. It is to be





aluminum.

[0033] In this embodiment mode, a  $\text{SiO}_2$  film is used as a middle layer provided in contact with the first separate layer 120; however, other insulating films formed of  $\text{Si}_3\text{N}_4$  or the like can also be used. A thickness of the  $\text{SiO}_2$  film (middle layer) is appropriately determined in accordance with a purpose of its formation and a degree of effective functions; however, it is normally preferable to be about 10 nm to 5  $\mu\text{m}$  and more preferably about 40 nm to 1  $\mu\text{m}$ . The middle layer is formed for various purposes to have at least one of functions as, for example, a protective layer for physically or chemically protecting the transferred layer 140, an insulating layer, a conductive layer, a light blocking layer for laser light, a barrier layer for preventing migration, and a reflective layer.

[0034] It is to be noted that the middle layer in the  $\text{SiO}_2$  film or the like is not formed and the transferred layer (thin film device layer) 140 may be formed directly over the first separate layer 120 depending on the cases.

[0035] The transferred layer 140 (thin film device layer) is a layer including a thin film device such as a TFT as shown on the right side of FIG. 2.

[0036] As the thin film device, for example, there are a thin film diode, a photoelectric converter element (a photo sensor or a solar battery), a silicon resistor element, other thin film semiconductor devices, an electrode (for example: ITO, transparent electrode such as a metha film), a switching element, a memory, an actuator such as a piezoelectric element, a micro mirror (piezo thin film ceramics), a magnetic memory thin film head, a coil, an inductor, a thin film high permeable material, a micro magnetic device formed of a combination thereof, a filter, a reflective film, a dichroic mirror, and the like in addition to a TFT. The invention is not limited to the aforementioned



noted that the thickness of the first separate layer 120 is preferably as uniform as possible.

[0029] The forming method of the first separate layer 120 is not particularly limited and appropriately selected in accordance with the conditions such as a film composition and a film thickness. For example, CVD (including MOCVD, low pressure CVD, and ECR-CVD), vapor deposition, molecule-beam deposition (MB), sputtering, ion plating, various vapor deposition methods such as PVD, various plating methods such as electric plating, dip plating (dipping), and electroless plating, a Langmuir-Blodgett (LB) method, a deposition method such as spin coating, spray coating, and roll coating, various printing methods, a transferring method, an ink-jet method, a powder jet method, and the like are suggested. Two or more of these methods may be used in combination for formation. Note that a liquid phase process will be described later.

[0030] For example, in the case where a composition of the first separate layer 120 is amorphous silicon (a-Si), CVD, in particular low pressure CVD or plasma CVD can be used for film deposition.

[0031] Next, as shown in FIG. 2, a transferred layer (thin film device layer) 140 is formed over the first separate layer 120.

[0032] An enlarged sectional view of a K portion (a portion surrounded by a dotted chain line in FIG. 2) of this thin film device layer 140 is shown on the right side of FIG. 2. As shown in the drawing, the thin film device layer 140 is formed so as to include a TFT (thin film transistor) formed over a SiO<sub>2</sub> film (middle layer) 142. This TFT is provided with a source formed by introducing an n-type impurity to a polysilicon layer, a drain layer 146, a channel layer 144, a gate insulating film 148, a gate electrode 150, an interlayer insulating film 154, and an electrode 152 formed of, for example,

examples and various thin film devices which are not against the purpose of the invention can be applied.

[0037] Such a thin film device is normally formed through a relatively high process temperature in relation with its forming method. Therefore, in this case, the substrate 100 is required to be highly reliable and resistant to the process temperature as described above.

[0038] Next, as shown in FIG. 3, for example, a thermo fusion adhesive layer 160 is formed as a second separate layer over the thin film device layer 140. It is to be noted that the second separate layer can be formed of an ablation layer similarly to the first separate layer. Further, in the case of a single transfer, this second separate layer is not necessary.

[0039] As this thermo fusion adhesive layer 160, for example, an electron wax such as Proof Wax (brand name) with few risk of contamination of an impurity (such as sodium and potassium) to the thin film device can be suggested.

[0040] It is to be noted that the thermo fusion adhesive layer 160 of this kind can be formed by an application method as a liquid phase process, for example a spin coating method.

[0041] As the second separate layer, a water-soluble adhesive can also be used. As a water-soluble adhesive of this kind, for example, Chemiseal U-451D (brand name) manufacture by Chemitech Inc., ThreeBond 3046 (brand name) manufactured by Three Bond Co., Ltd., and the like can be suggested.

[0042] In this manner, the second separate layer 160 does not exist when forming the thin film device layer 140. Therefore, there is less regulations than the material of the first separate layer 120 and thus heat resistance and the like are not required.



[0043] Moreover, as shown in FIG. 3, a primary transfer body (first transfer substrate) 180 is adhered onto, for example, the adhesive layer 160 as the second separate layer. This primary transfer body 180 is adhered after manufacturing the thin film device layer 140. Therefore, there is no regulation on a process temperature and the like when manufacturing the thin film device layer 140 and thus only a shape-retention property is required at a normal temperature. In this embodiment mode, a material which is relatively inexpensive and has a shape-retention property is used, such as a glass substrate and a synthetic resin. This primary transfer body 180 is formed of a material harder than a secondary transfer body (second transfer substrate) 200 of which details will be described later, so that the thin film device layer 140 can be easily peeled off the original substrate 100.

[0044] Next, as shown in FIG. 4, a back side of the substrate 100 is irradiated with light. The first separate layer 120 is irradiated with this light after the light transmits through the substrate 100. As a result, in-layer peeling and/or interface peeling is generated in the first separate layer 120, which decreases or eliminates bonding force.

[0045] The principle that the in-layer peeling and/or the interface peeling is generated in the first separate layer 120 is estimated to be caused by ablation generated in a material of the first separate layer 120 or emission of gas included in the first separate layer 120, and further a phase change such as fusion and transpiration generated right after the irradiation.

[0046] Here, ablation is a phenomena that a fixed material (material of the first separate layer 120) which absorbed light is photochemically or thermally excited and a bond of atoms or molecules in the surface or inside is cut and emitted, which mainly causes a phase change such as fusion, transpiration (vaporization), or the like of all or a portion



of the material of the first separate layer 120. Further, a minutely foamed state is generated by the phase change, which may decrease the bonding force.

[0047] The first separate layer 120 generates in-layer peeling, interface peeling, or both of them depending on the composition of the first separate layer 120 or other various factors. As one of the factors, conditions such as a kind, a wavelength, strength, a depth of reach, or the like of light to be irradiated is estimated.

[0048] As light to be irradiated, any light which causes in-layer peeling and/or interface peeling in the first separate layer 120 may be used, such as, for example, an X-ray, an ultraviolet ray, visible light, infrared light (heat ray), a laser light, a millimetric wave, a microwave, an electron beam, and a radioactive ray ( $\alpha$  ray,  $\beta$  ray, and  $\gamma$  ray). Among these, a laser light is preferable in that peeling (ablation) of the first separate layer 120 can be easily caused.

[0049] As a laser device which generates this laser light, various gas lasers, solid lasers (semiconductor lasers), and the like are suggested. It is preferable to use an excimer laser, a Nd-YAG laser, an Ar laser, a CO<sub>2</sub> laser, a CO laser, a He-Ne laser, and the like and particularly preferable to use the excimer laser.

[0050] The excimer laser outputs high energy with a short wavelength band; therefore, ablation can be caused in a first separation layer 2 in quite a short time. Therefore, the first separate layer 120 can be peeled off without causing almost no temperature rise in the adjacent transfer body 180, the substrate 100, and the like, that is, without generating degradation or damage.

[0051] Further, when there is a dependence on a wavelength of light in the case of generating ablation in the first separate layer 120, it is preferable that a wavelength of a laser light to be irradiated be about 100 nm to 350 nm.

[0052] FIG. 10 shows an example of a transmittance of the substrate 100 with respect to a wavelength of light. As shown, the substrate 100 has a characteristic that the transmittance rapidly increases with respect to a wavelength of 200 nm. In such a case, the substrate is irradiated with light with a wavelength of 210 nm or more, for example, a Xe-Cl excimer laser light (wavelength 308 nm), a KrF laser light (wavelength 248 nm), or the like.

[0053] Further, in the case of giving a separating characteristic to the first separate layer 120 by, for example, generating a phase change such as gas emission, vaporization, or sublimation, a wavelength of a laser light to be irradiated is preferably about 350 to 1200 nm.

[0054] Moreover, it is preferable that an energy density of a laser light to be irradiated be about 10 to 5000 mJ/cm<sup>2</sup>, and more preferably about 100 to 500 mJ/cm<sup>2</sup>, in particular when using an excimer laser. Further, irradiation time is preferably about 1 to 1000 nsec, and more preferably about 10 to 100 nsec. When the energy density is low or the irradiation time is short, ablation or the like is not sufficiently generated. When the energy density is high or the irradiation time is long, the irradiated light which has transmitted through the first separate layer 120 may have a bad effect on the transferred layer 140.

[0055] It is to be noted that as a countermeasure for the case where the irradiated light which has transmitted through the first separate layer 120 reaches the transferred layer 140 and has a bad effect on it, for example, there is a method to form a metal film such as tantalum (Ta) over the first separate layer (laser absorbing layer) 120. As a result, the laser light which has transmitted through the first separate layer 120 is completely reflected at an interface of a metal film 124, thereby giving no bad effect to a thin film



device thereover. Alternatively, an amorphous silicon layer as a silicon-based laser absorbing layer can be formed over the first separate layer 120 with a silicon-based interposing layer such as  $\text{SiO}_2$  interposed therebetween. By doing this, the light which has transmitted through the first separate layer 120 is absorbed in the amorphous silicon layer thereover. However, the transmitted light does not have enough light energy to generate ablation again in the amorphous silicon layer in an upper layer. Moreover, unlike metals, a thin film device layer can be formed over the amorphous silicon layer. Therefore, a thin film device layer with superior quality can be formed by a thin film forming technique that has been already established.

[0056] Irradiation light represented by a laser light is preferably beamed so that its intensity becomes uniform. An irradiation direction of the irradiated light is not limited to a direction perpendicular to the first separate layer 120, and may be a direction which is tilted at a predetermined angle.

[0057] Furthermore, in the case where the first separate layer 120 has a larger area than an irradiated area that the irradiation light can do once, all the region of the first separate layer 120 can be irradiated with the irradiation light by dividing into a plurality of times. Moreover, the same part may be irradiated twice or more. In addition, the same region or different regions may be irradiated with irradiation light (laser light) of different kinds or different wavelengths (wave regions) twice or more.

[0058] Next, as shown in FIG. 5, this substrate 100 is separated from the first separate layer 120 by applying force to the substrate 100. Although not shown in FIG. 5, the first separate layer 120 is attached onto the substrate 100 after this separation in some cases.

[0059] Next, as shown in FIG. 6, the remaining first separate layer 120 is removed by,





for example, a method such as cleaning, etching, ashing, or polishing, or a combination of these methods. As a result, the transferred layer (thin film device layer) 140 is transferred to the primary transfer body 180.

[0060] It is to be noted that when a portion of the first separate layer 120 is attached also to the substrate 100 that is separated, it is similarly removed. Note that in the case where the substrate 100 is formed of an expensive material or a rare material such as quartz glass, and the like, the substrate 100 is preferably reused (recycled). That is to say, the invention can be applied to the substrate 100 that is to be reused; therefore, the invention is highly beneficial. Here, this step is the last step in the case of a single transfer, thus the transfer of the transferred layer 140 to the last transfer body 180 is terminated.

[0061] Next, as shown in FIG. 7, a secondary transfer layer 200 is adhered to a bottom surface (exposed surface) of the thin film device layer 140 with an adhesive layer 190 interposed therebetween.

[0062] As preferable examples of an adhesive which forms the adhesive layer 190, there are various curable type adhesives such as a reaction curable type adhesive, a heat curable type adhesive, a light curable type adhesive such as and an ultraviolet ray curable type adhesive, and an anaerobic curable type resin. The adhesive may have any composition such as an epoxy-based one, an acrylate-based one, or a silicone-based one. Such adhesive layer 190 is formed by, for example, an application method. It is to be noted that a material of this adhesive layer 190 can be used for adhesion between the transferred layer 140 and the last transfer layer 180 in the case of the single transfer.

[0063] In the case of using the curable type adhesive, for example, a curable type adhesive is applied over the bottom surface of the transferred layer (thin film device



layer) 140 and then the secondary transfer body 200 is bonded before the curable type adhesive is cured by a curing method in accordance with the characteristics of the curable type adhesive to attach and fix the transferred layer (thin film device layer) 140 to the secondary transfer body 200.

[0064] In the case where the adhesive is a light curable type, it is preferable that light be beamed from outside the secondary transfer body 200 with a light transmitting property. The light may be beamed from the primary transfer body 180 side with a light transmitting property or both sides of the primary and secondary transfer bodies 180 and 200 with light transmitting properties if a light curable type adhesive such as an ultraviolet ray curable type which hardly gives an effect on the thin film device layer is used as the adhesive. Note that a flat or curved transparent substrate is used as the secondary transfer body 200.

[0065] The secondary transfer body 200 may be inferior in characteristics such as heat resistance and anticorrosion as compared to the substrate 100. This is because the transferred layer (thin film device layer) 140 is formed on the substrate 100 side and then the transferred layer (thin film device layer) 140 is transferred to the secondary transfer body 200 in the invention. Thus, the characteristics required for the secondary transfer body 200, in particular the heat resistance does not depend on temperature conditions or the like in forming the transferred layer (thin film device layer) 140. This respect is similar in the primary transfer body 180.

[0066] Therefore, when the highest temperature in forming the transferred layer 140 is  $T_{max}$ , a material having a glass transition point ( $T_g$ ) or a softening point of  $T_{max}$  or lower can be used as a material for the primary and secondary transfer bodies 180 and 200. For example, the primary and secondary transfer bodies 180 and 200 can be



preferably formed of a material with a glass transition point ( $T_g$ ) or a softening point of  $800^{\circ}\text{C}$  or lower, more preferably  $500^{\circ}\text{C}$  or lower, and further preferably  $320^{\circ}\text{C}$  or lower.

[0067] Moreover, as mechanical characteristics of the primary and secondary transfer bodies 180 and 200, a material having a certain degree of hardness (stiffness and strength) is preferably used; however, a material having flexibility and elasticity may also be used. In addition, the secondary transfer body 200 which is softer or lower in stiffness than the primary transfer body 180 is selected.

[0068] A combination of the primary transfer body and the secondary transfer body is as follows. The primary transfer body is formed of glass (or quartz) and the secondary transfer body is formed of plastic. When both are formed of a synthetic resin, a thickness of the primary transfer body is larger than a thickness of the secondary transfer body, or a material of the primary transfer body is harder or higher in stiffness than a material of the secondary transfer body. Here, "hard" means to have such strength, stiffness, thickness, quality of material, and the like that, for example, when the thin film device is peeled off the original substrate to transfer the thin film device to the primary transfer body, the original substrate and the thin film device can be peeled off without peeling the primary transfer body off the thin film device.

[0069] It is to be noted in this embodiment mode that the primary transfer body and the second separate layer 160 are preferably both dissolved in a specific solvent when transferring the thin film device to the secondary transfer body. That is, by making the primary transfer body (first transfer substrate) dissolved in the solvent, the thin film device can be surely separated from the primary transfer body in the second separate layer. Conventionally, a water-soluble adhesive was sometimes used as a separate layer, when the primary transfer body is eventually etched from an edge surface of the



water-soluble adhesive which is in the water since the primary transfer body itself is not water-soluble. In this case, it takes a lot of time to sufficiently peel off the primary transfer body. However, by using the transfer body itself which is dissolved in a specific solvent similarly to the separate layer, the primary transfer body can be separated from the thin film device not only at an edge surface of the separate layer but also in almost all the surface. At this time, the secondary transfer substrate 200 and the adhesive layer 190 should not be dissolved in the specific solvent.

[0070] From the aforementioned point of view, preferable combinations of materials of the primary transfer body 180 and the secondary transfer body 200, and a specific solvent for the secondary transfer are as shown in the following chart 1.

[0071] Chart 1    primary transfer body, secondary transfer body, secondary transfer solvent

material of the primary transfer body	material of the secondary transfer body	solvent for the secondary transfer
acrylic resin	polyethylene	IPA or ethyl cellulose
vinyl chloride resin	fluorine resin	acetone
PES	fluorine resin	acetone

As materials of the primary and secondary transfer bodies 180 and 200, various synthetic resins or various glass materials with a difference in hardness between both are suggested. In particular, a normal (with a low melting point) inexpensive glass material is preferable. Among these materials, a combination which makes the primary transfer body 180 harder than the secondary transfer body 200 is to be selected.

[0072] As the synthetic resin, either of a thermoplastic resin or a heat curable resin may



be used. For example, there are polyolefin such as polyethylene, polypropylene, ethylene-propylene copolymer, and ethylene-vinyl acetate copolymer (EVA), cyclic polyolefin, degeneration polyolefin, polyvinyl chloride, polyvinylidene chloride, polystyrene, polyamide, polyimide, polyamide imide, polycarbonate, poly-(4-methylpentene-1), ionomer, an acrylic-based resin, polymethylmethacrylate, acrylic-styrene copolymer, polyo copolymer (EVOH), polyester such as polyethylene terephthalate (PET), polybutylene terephthalate (PBT), and polycyclohexane terephthalate (PCT), polyether, polyether ketone (PEK), polyether ether ketone (PEEK), polyether imide, polyacetal (POM), polyphenylene oxide, degeneration polyphenylene oxide, polyarylate, aromatic polyester (liquid crystal polymer), polytetrafluoroethylene, polyvinylidene fluoride, other fluorine-based resins, various thermoplastic elastomer such as styrene-based one, polyolefin-based one, polyvinyl chloride-based one, polyurethane-based one, fluororubber-based one, and chlorinated polyethylene-based one, an epoxy resin, a phenol resin, a urea resin, a melamine resin, unsaturated polyester, a silicone resin, polyurethane, and the like, or a copolymer, a blended body, a polymer alloy, or the like mainly formed of these. One kind or two or more kinds of these may be used in combination (for example, as a stack of two or more layers).

[0073] As a glass material, for example, silicon oxide glass (quartz glass), silicon oxide alkali glass, soda-lime glass, lead (alkali) glass, barium glass, barium oxide glass, and the like are suggested. Among these, those beside silicon oxide glass are preferable since they have lower melting points, are relatively easily shaped and processed, and are cheaper than silicon oxide glass.

[0074] In the case of using a material formed of a synthetic resin as the secondary transfer body 200, a large secondary transfer body 200 can be monolithically shaped,



and at the same time, even a complicated shape such as ones having a curved surface or a depression and a projection can be easily manufactured. Moreover, there are various advantageous such as inexpensive material cost and manufacturing cost. Therefore, it is advantageous to use a synthetic resin in manufacturing a large and inexpensive device (for example, a liquid crystal display).

[0075] It is to be noted that the secondary transfer body 200 may be, for example, a material which forms an independent device by itself such as a liquid crystal cell or a material which forms a part of a device, such as a color filter, an electrode layer, a dielectric layer, an insulating layer, and a semiconductor element.

[0076] Further, the primary and secondary transfer bodies 180 and 200 may be substances such as a metal, ceramics, a stone material, wood, and paper, over an arbitrary surface that constitutes a certain object (over the surfaces of a clock, an air conditioner, a printed board, and the like), or over the surface of a structural object such as a wall, a pillar, a ceiling, and a window.

[0077] Next, as shown in FIG. 8, by dipping a structural object provided with a primary transfer body, a transferred layer, and a secondary transfer body after transfer in a specific solvent, the transferred layer is peeled off the primary transfer body at the separate layer 160 while dissolving the primary transfer body in the solvent. In the case where the aforementioned water-soluble adhesive is used as the second separate layer 160, at least a region including the second separate layer 160 is to be dipped in purified water.

[0078] At last, the second separate layer 160 attached to the surface of the thin film device layer 140 is removed, thereby the thin film device layer 140 transferred to the secondary transfer body 200 can be obtained as shown in FIG. 9. Here, a stacked-layer





relation of the thin film device layer 140 with respect to this secondary transfer body 200 is the same as a stacked-layer relation of the thin film device layer 140 with respect to the original substrate 100 as shown in FIG. 2.

[0079] Through each of the aforementioned steps, transfer of the transferred layer (thin film device layer) 140 to the secondary transfer body 200 is terminated. After that, the  $\text{SiO}_2$  film adjacent to the transferred layer (thin film device layer) 140 can be removed, a conductive layer such as a wire or a desired protective film can be formed over the transferred layer 140, and the like.

[0080] In the invention, the transferred layer (thin film device layer) 140 as a peeled object is not directly peeled off, but separated at the first separate layer 120 and the second separate layer 160 and transferred to the secondary transfer body 200. Therefore, it can be easily, surely, and even uniformly transferred regardless of characteristics, conditions, and the like of the separated body (the transferred layer 140), and high reliability of the transferred layer 140 can be maintained without damage to the separated body (the transferred layer 140) caused by the separating operation.

[0081] Next, specific examples of the manufacturing process shown in FIGS. 2 to 9 are described with reference to FIGS. 11 to 21.

(step 1) As shown in FIG. 11, a first separate layer (for example, an amorphous silicon layer formed by an LPCVD method) 120 and a middle layer (for example, a  $\text{SiO}_2$  film) 142, and an amorphous silicon layer (for example, it is formed by an LPCVD method) 143 are sequentially stacked over the substrate (for example, a quartz substrate) 100. Subsequently, all surface of the amorphous silicon layer 143 is irradiated with a laser light from above to apply annealing. As a result, the amorphous silicon layer 143 is crystallized again to form a polysilicon layer.

- (step 2) Next, as shown in FIG. 12, the polysilicon layer obtained by laser annealing is patterned to form islands 144a and 144b.
- (step 3) As shown in FIG. 13, all surface including the islands 144a and 144b are covered with a gate insulating film 148.
- (step 4) As shown in FIG. 14, gate electrodes 150a and 150b formed of polysilicon, a metal, or the like are formed.
- (step 5) As shown in FIG. 15, a mask layer 170 is formed of polyimide or the like and ion implantation of, for example, boron (B) is performed by self-alignment with the gate electrode 150b and the mask layer 170 used as masks. As a result, p<sup>+</sup>layers 172a and 172b are formed.
- (step 6) As shown in FIG. 16, a mask layer 174 formed of polyimide or the like is formed and ion implantation of, for example, phosphorus (P) is performed by self-alignment with the gate electrode 150a and the mask layer 174 used as masks. As a result, n<sup>+</sup>layers 146a and 146b are formed.
- (step 7) As shown in FIG. 17, the interlayer insulating film 154 is formed and a contact hole is selectively formed, thereby electrodes 152a to 152d are formed.
- [0082] A TFT with a CMOS structure formed in this manner corresponds to the transferred layer (thin film device layer) 140 in FIGS. 2 to 9. It is to be noted that a protective film may be formed over the interlayer insulating film 154.
- (step 8) As shown in FIG. 18, a thermo fusion adhesive layer 160 as a second separate layer is formed over the TFT with a CMOS structure. As this time, a step generated in a surface layer of the TFT is planarized by the thermo fusion adhesive 160. It is to be noted that the second separate layer can be formed of an ablation layer similarly to the first separate layer or a water-soluble adhesive.

[0083] Here, it is preferable to form a protective layer such as an insulating layer over the TFT as a thin film device first, and provide a second separate layer over the protective layer. In particular, in the case where the second separate layer is an ablation layer, the thin film device layer can be protected by the protective layer in ablation.

[0084] Further, in particular, in the case of forming the second separate layer by an ablation layer, the second separate layer itself can be formed of multiple layers similarly to the first separate layer. In addition, it is preferable to provide a light blocking layer such as a metal layer between this second separate layer and the thin film device layer. This is because incident light to the thin film device layer can be prevented in ablation.

[0085] After forming this second separate layer, the TFT is attached to the primary transfer body (for example, a soda glass substrate) 180 with the thermo fusion adhesive layer 160 interposed therebetween.

(step 9) As shown in FIG. 19, a back surface of the substrate 100 is irradiated with, for example, a Xe-Cl excimer laser light. As a result, peeling can be generated in and/or at the interface of the first separate layer 120.

(step 10) As shown in FIG. 20, the substrate 100 is peeled off.

(step 11) Moreover, the first separate layer 120 is removed by etching. As a result, as shown in FIG. 21, the TFT with a CMOS structure is transferred to the primary transfer body 180.

(step 12) Next, as shown in FIG. 22, for example, an epoxy resin layer 190 is formed as an adhesive layer with a lower curing point than the thermo fusion resin layer 160 over a bottom surface of the TFT with a CMOS structure. Then, the TFT is attached to the secondary transfer body 200 formed of a synthetic resin through the epoxy resin layer

190. Subsequently, the epoxy resin layer 190 is cured by heating so that the secondary transfer body 200 and the TFT are attached (bonded).

(step 13) Subsequently, as shown in FIG. 23, the thermo fusion resin layer 160 is melted by heat by using, for example, an oven 210, thereby the TFT is peeled off the primary transfer body 180 at this thermo fusion resin layer 160 as a boundary. Further, the thermo fusion resin layer 160 remaining at the bottom surface of the TFT is removed by, for example, xylene or the like. As a result, as shown in FIG. 24, the TFT is transferred to the secondary transfer body 200. This state of FIG. 24 is the same as the substrate 100 and the first separate layer 120 shown in FIG. 17 changed to the secondary transfer body 200 and the adhesive layer 190. Therefore, a stacked-layer relation of the substrate 100 used in the manufacturing steps of the TFT is secured over the secondary transfer body 200. Thus, the electrodes 152a to 152d are exposed and a contact or wiring thereto can be easily obtained. It is to be noted that a protective layer can be formed as its surface layer after the state of FIG. 24 is formed.

[0086] FIG. 25 is a diagram showing Embodiment Mode 2 of a transferring method of a thin film device according to the invention, which corresponds to the step 8 (FIG. 8) of a first embodiment mode.

[0087] In FIG. 25, with the second separate layer 160, the thin film device layer 140, the adhesive layer 190, and the secondary transfer body 200 formed over the primary transfer body 180, the primary transfer body 180 is dissolved and removed by a solvent. Combinations of the materials of the primary transfer body 180 and the secondary transfer body 200, and a solvent for the second transfer are as shown in the aforementioned chart. It is to be noted that the second separate layer 160 can be omitted in the case of removing the primary transfer body 180.



[0088] It becomes difficult to peel off the primary transfer body in Embodiment Mode 1 y when the primary transfer body has a large area; however, there is no such problem in removing by fusing as in Embodiment Mode 2.

[0089]

[Embodiment] Next, specific embodiment modes of this invention are described.

(Embodiment 1) A quartz substrate with 50 mm long  $\times$  50 mm wide  $\times$  1.1 mm thick (a softening point : 1630°C, a distorting point : 1070°C, and transmittance of excimer laser: almost 100%) is prepared and an amorphous silicon (a-Si) film was formed as a first separate layer (laser light absorbing layer) by a low pressure CVD method ( $\text{SiH}_4$  gas, 425°C) over one surface of this quartz substrate. A thickness of the first separate layer was 100 nm.

[0090] Next, a  $\text{SiO}_2$  film is formed as a middle layer over the first separate layer. This  $\text{SiO}_2$  film was formed by a liquid phase process. That is, polysilazane (brand name) manufactured by Tonen Corporation was mixed in xylene and applied over the substrate by spinning. This applied film was processed by heat in an atmosphere including vapor to transform it to a  $\text{SiO}_2$  film. A thickness of this middle layer was 200 nm.

[0091] Next, an amorphous silicon film with a thickness of 50 nm was formed by a low pressure CVD method ( $\text{Si}_2\text{H}_6$  gas, 425°C) as a transferred layer over the middle layer. This amorphous silicon film was irradiated with a laser light (a wavelength of 308 nm) and crystallized to form a polysilicon film. After that, predetermined patterning was applied to this polysilicon film to form regions functioning as a source, a drain, and a channel of a thin film transistor. Then, a gate insulating film  $\text{SiO}_2$  formed of the aforementioned polysilazane was formed by using a liquid phase process similar to the middle layer  $\text{SiO}_2$ . Thereafter, a gate electrode is formed over the gate insulating film





about 1/10 similarly. As a result, each point of the first separate layer is irradiated at least 10 times. This laser irradiation is performed by moving the irradiation area with respect to the all surface of the quartz substrate.

[0094] After this, the quartz substrate and the primary transfer body were peeled off at the first separate layer and the thin film transistor and the middle layer formed over the quartz substrate were primarily transferred to the primary transfer body.

[0095] After that, the first separate layer attached to the surface of the middle layer was removed by etching, cleaning, or a combination thereof. Further, similar treatment was performed to the quartz substrate to be reused.

[0096] Moreover, an ultraviolet ray curable adhesive was applied (a thickness: 100  $\mu\text{m}$ ) to a lower surface of the exposed middle layer and a large transparent fluoride resin substrate with 200 mm long  $\times$  300 mm wide  $\times$  1.1 mm thick was bonded as a secondary transfer body to the applied film. Then, the adhesive was cured by irradiation of an ultraviolet ray; thereby these were adhered to be fixed.

[0097] Then, it was dipped in acetone to remove the primary transfer body. As a result, the thin film transistor and the middle layer were secondarily transferred to the fluoride resin substrate side as the secondary transfer body. It is to be noted that there was a difference in thickness between the both so that the hardness of the primary transfer body becomes higher than the hardness of the secondary transfer body.

[0098] Here, if the primary transfer body is a substrate larger than the quartz substrate, more thin film transistors than the number of the thin film transistors that can be formed over the quartz substrate can be formed over the primary transfer body by repeatedly performing primary transfer from the quartz substrate as in this embodiment to regions which are different in plane. Moreover, by repeatedly stacking layers over the primary



by a liquid phase process. In order to do this, application liquid formed of an Adeka ITO application film/ITO-103L (brand name) manufactured by Asahi Denka Co., Ltd. in a liquid state was spin-coated and processed by heat in the aforementioned first and second heat processing portions 603A and 603B to form an application ITO film. After that, a metal plating layer was formed over the application ITO film. Then, the application ITO film and the metal plating layer were patterned to form a gate electrode. By performing ion implantation with this gate electrode as a mask, a source-drain region was formed by self-alignment to form a thin film transistor. After that, an electrode and a wire connected to the source-drain region and a wire connected to the gate electrode were formed as required. These electrodes and wires were formed of the same material by a liquid phase process similarly to the gate electrode.

[0092] Next, an acetone solvable adhesive was applied over the thin film transistor and a large transparent vinyl chloride resin substrate with 200 mm long  $\times$  300 mm wide  $\times$  1.1 mm thick was bonded as a primary transfer body.

[0093] Subsequently, the quartz substrate side was irradiated with Xe-Cl excimer laser (a wavelength of 308 nm) and peeling was caused in the first separate layer (in-layer peeling and interface peeling). An energy density of the irradiated Xe-Cl excimer laser was  $250 \text{ mJ/cm}^2$  and irradiation time was 20 nsec. It is to be noted that the irradiation of the excimer laser includes spot beam irradiation and line beam irradiation. In the case of the spot beam irradiation, a predetermined unit area (for example,  $8 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ ) is spot-irradiated. By moving this spot irradiation by about 1/10 of the unit area, the irradiation is performed. In addition, in the case of line beam irradiation, a predetermined unit area (for example,  $378 \text{ mm} \times 0.1 \text{ mm}$  or  $378 \text{ mm} \times 0.3 \text{ mm}$  (these are areas where 90% or more of the energy is obtained)) is irradiated by moving by

transfer body, more thin film transistors can be formed as well. Alternatively, a substrate to be the secondary transfer body may be a substrate larger than the primary transfer body and the quartz substrate and the secondary transfer may be repeatedly performed, thereby more thin film transistors than the number of thin film transistors that can be formed over the quartz substrate can be formed.

[0099]

[Effect of the Invention] As described above, by the invention, in a transferring and manufacturing method of a thin film device utilizing a double transfer technique, a transfer and separate technique of a thin film device can be provided, in which the transferred layer can be peeled off or separated from the first transfer substrate with a priority to the second transfer substrate.

[0100] Further, by the invention, in the double transfer technique, a transfer and separate technique of a thin film device can be provided, in which the transfer body can be sufficiently peeled off the transferred layer.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] A cross sectional diagram showing a first step of Embodiment Mode 1 of a transferring method of a thin film device of the invention.

[FIG. 2] A cross sectional diagram showing a second step of Embodiment Mode 1 of a transferring method of a thin film device of the invention.

[FIG. 3] A cross sectional diagram showing a third step of Embodiment Mode 1 of a transferring method of a thin film device of the invention.

[FIG. 4] A cross sectional diagram showing a fourth step of Embodiment Mode 1 of a transferring method of a thin film device of the invention.

[FIG. 5] A cross sectional diagram showing a fifth step of Embodiment Mode 1 of a



transferring method of a thin film device of the invention.

[FIG. 6] A cross sectional diagram showing a sixth step of Embodiment Mode 1 of a transferring method of a thin film device of the invention.

[FIG. 7] A cross sectional diagram showing a seventh step of Embodiment Mode 1 of a transferring method of a thin film device of the invention.

[FIG. 8] A cross sectional diagram showing an eighth step of Embodiment Mode 1 of a transferring method of a thin film device of the invention.

[FIG. 9] A cross sectional diagram showing a ninth step of Embodiment Mode 1 of a transferring method of a thin film device of the invention.

[FIG. 10] A diagram showing a change in transmittance of the first substrate (the substrate 100 in FIG. 1) with respect to a wavelength of a laser light.

[FIG. 11] A cross sectional diagram showing a first step for forming the thin film device in FIG. 1.

[FIG. 12] A cross sectional diagram showing a second step in Embodiment Mode 2 for forming the thin film device in FIG. 2.

[FIG. 13] A cross sectional diagram showing a third step for forming the thin film device in FIG. 2.

[FIG. 14] A cross sectional diagram showing a fourth step for forming the thin film device in FIG. 2.

[FIG. 15] A cross sectional diagram showing a fifth step for forming the thin film device in FIG. 2.

[FIG. 16] A cross sectional diagram showing a sixth step for forming the thin film device in FIG. 2.

[FIG. 17] A cross sectional diagram showing a seventh step for forming the thin film

device in FIG. 2.

[FIG. 18] A cross sectional diagram showing an eighth step for describing the step in FIG. 3 by a specific structure.

[FIG. 19] A cross sectional diagram showing a ninth step for describing the step in FIG. 4 by a specific structure.

[FIG. 20] A cross sectional diagram showing a tenth step for describing the step in FIG. 5 by a specific structure.

[FIG. 21] A cross sectional diagram showing an eleventh step for describing the step in FIG. 6 by a specific structure.

[FIG. 22] A cross sectional diagram showing a twelfth step for describing the step in FIG. 7 by a specific structure.

[FIG. 23] A cross sectional diagram showing a thirteenth step for describing the step in FIG. 8 by a specific structure.

[FIG. 24] A cross sectional diagram showing a fourteenth step for describing the step in FIG. 9 by a specific structure.

[FIG. 25] A cross sectional diagram showing a state of secondary transfer (corresponding to the step 8 (FIG. 8) in Embodiment Mode 1) in a transferring method of a thin film device according to Embodiment Mode 2 of the invention.

[Description of Reference Numerals]

100, 3000 substrate

120, 3100 first separate layer

140, 1000 to 1700 transferred layer (thin film device layer)

160, 1800 second separate layer

180, 1900 primary transfer layer



190, 2000 adhesive layer

200, 2100 secondary transfer layer

continued from the front page

F term (reference) 2H092 JA25 JA29 JA 38 JA42 JA43

JA46 JB13 JB23 JB32 JB33

JB38 KA04 KA07 MA05 MA08

MA10 MA14 MA15 MA16 MA18

MA19 MA20 MA22 MA27 MA30

MA31 MA35 MA37

5F110 AA30 BB04 BB05 CC02 DD02

DD03 DD07 DD12 DD13 DD14

DD17 EE09 EE41 FF02 FF21

FF29 GG02 GG13 GG47 HJ01

HJ13 HL03 NN02 PP03 QQ12

QQ16

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
H 0 1 L 29/786		H 0 1 L 21/02	B 2 H 0 9 2
21/336		27/12	B 5 F 1 1 0
G 0 2 F 1/1365		29/78	6 2 7 D
H 0 1 L 21/02		G 0 2 F 1/136	5 0 0
27/12			
審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 15 頁)			

(21)出願番号	特願平11-375812	(71)出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22)出願日	平成11年12月28日(1999.12.28)	(72)発明者	井上 聡 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(74)代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸 (外2名)
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 薄膜デバイスの転写・製造方法

(57)【要約】

【解決課題】 従来の2度転写技術を利用した薄膜デバイスの転写・製造方法において、上記課題を解決するために、一回目の転写を行う際、被転写層を元基板から容易に剥離又は分離することができる薄膜デバイスの転写・分離技術を提供する。

【解決手段】 元基板上に形成された被転写層を第1の転写基板に転写し、さらに、当該被転写層を第2の転写基板に転写してなる薄膜デバイスの転写方法であって、前記第1の転写基板を前記第2の転写基板より硬いものから選択してなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 元基板上に形成された被転写層を第 1 の転写基板に転写し、さらに、当該被転写層を第 2 の転写基板に転写してなる薄膜デバイスの転写方法において、前記第 1 の転写基板を前記第 2 の転写基板より硬いものから選択してなる薄膜デバイスの転写方法。

【請求項 2】 前記被転写層が前記元基板上に形成された薄膜半導体デバイスである請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 元基板上に形成された被転写層を第 1 の転写基板に転写し、さらに、当該被転写層を第 2 の転写基板に転写してなる転写方法において、前記被転写層を前記第 1 の転写基板から前記第 2 の転写基板に転写する際に、この第 1 の転写基板自体がエッチングされてなる転写方法。

【請求項 4】 前記被転写層が前記元基板上に形成された薄膜半導体デバイスであり、前記第 1 の転写基板は特定溶剤中で前記第 2 の転写基板より特異的に溶解するものである請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】 請求項 1 又は 2 記載の方法において、前記被転写層を前記第 1 の転写基板から前記第 2 の転写基板に転写する際に、この第 1 の転写基板自体がエッチングされてなる転写方法。

【請求項 6】 前記被転写層が前記元基板上に形成された薄膜半導体デバイスであり、前記第 1 の転写基板は特定溶剤中で前記第 2 の転写基板より特異的に溶解するものである請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】 元基板上に第 1 分離層を形成する第 1 工程と、前記第 1 分離層上に複数の薄膜から成る薄膜デバイスを含む被転写層を形成する第 2 工程と、前記被転写層上に第 2 分離層を形成する第 3 工程と、前記第 2 分離層上に第 1 の転写基板を接合する第 4 工程と、前記第 1 分離層を境にして、前記被転写層を前記元基板から剥離する第 5 工程と、前記被転写層の下側に第 2 の転写基板を接合する第 6 工程と、前記第 2 分離層を境にして、前記被転写層を前記第 1 の転写基板を剥離して、前記被転写層を前記第 2 の転写基板に転写する第 7 工程と、を有し、前記第 1 の転写基板を前記第 2 の転写基板よりも硬いものから選択してなる薄膜デバイスの製造方法。

【請求項 8】 元基板上に第 1 分離層を形成する第 1 工程と、前記第 1 分離層上に複数の薄膜から成る薄膜デバイスを含む被転写層を形成する第 2 工程と、前記被転写層上に第 1 の転写基板を接合する第 3 工程と、前記第 1 分離層を境にして、前記被転写層を前記元基板から剥離する第 4 工程と、前記被転写層の下側に第 2 の転写基板を接合する第 5 工程と、前記第 1 の転写基板を特定の溶剤に溶解除去しながらこの第 1 の転写基板から剥離して、前記被転写層を前記第 2 の転写基板に転写する第 6 工程と、を有する薄膜デバイスの製造方法。

【請求項 9】 元基板上に第 1 分離層を形成する第 1 工

程と、前記第 1 分離層上に複数の薄膜から成る薄膜デバイスを含む被転写層を形成する第 2 工程と、前記被転写層上に第 1 の転写基板を接合する第 3 工程と、前記第 1 分離層を境にして、前記被転写層より前記元基板を剥離する第 4 工程と、前記被転写層の下側に第 2 の転写基板を接合する第 5 工程と、前記第 1 の転写基板を特定の溶剤に溶解除去しながら前記被転写層を第 1 の転写基板から剥離して、この被転写層を前記第 2 の転写基板に転写する第 6 工程と、を有するとともに、前記第 1 の転写基板を前記第 2 の転写基板よりも硬いものから選択してなる薄膜デバイスの製造方法。

【請求項 10】 特定有機溶剤に溶解性が高い基板を前記第 1 の転写基板とし、この有機溶剤に溶解性が低い基板を前記第 2 の転写基板体とした請求項 4、5、8 又は 9 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 11】 前記薄膜デバイスを構成する前記複数の薄膜及び前記第 1、第 2 分離層の少なくとも一層の薄膜を、該薄膜の構成成分を含む液体が塗布された後に固化される液相プロセスを用いて形成される請求項 7 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】 前記いずれかの請求項に記載の方法によって前記第 2 の転写基板上に形成されてなる薄膜デバイス。

【請求項 13】 請求項 12 記載の薄膜デバイスを含んで構成されることを特徴とする薄膜集積回路装置。

【請求項 14】 前記薄膜デバイスが、マトリクス状に配置された薄膜トランジスタ (TFT) と、その薄膜トランジスタの一端に接続された画素電極とを含んで画素部が構成されるアクティブマトリクス基板である請求項 13 記載の装置。

【請求項 15】 請求項 14 に記載のアクティブマトリクス基板を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 16】 請求項 13 に記載の装置を有する電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、基板上に形成された薄膜デバイス（薄膜半導体回路）を転写基板に転写してなる転写技術に関するものである。

【従来の技術】 例えば、薄膜トランジスタ (TFT) を用いた液晶ディスプレイを製造するに際しては、基板上に薄膜トランジスタを CVD 等により形成する工程を経る。薄膜トランジスタを基板上に形成する工程は高温処理を伴うため、基板は耐熱性に優れる材質のもの、すなわち、軟化点および融点が高いものを使用する必要がある。そのため、現在では、1000℃程度の温度に耐える基板としては石英ガラスが使用され、500℃前後の温度に耐える基板としては耐熱ガラスが使用されている。

【0002】 上述のように、薄膜デバイスを搭載する基

板は、それらの薄膜デバイスを製造するための条件を満足するものでなければならない。つまり、使用する基板は、搭載されるデバイスの製造条件を必ず満たすように決定される。

【0003】しかし、TFT等の薄膜デバイスを搭載した基板が完成した後の段階のみに着目すると、上述の「基板」が必ずしも好ましくないこともある。

【0004】例えば、上述のように、高温処理を伴う製造プロセスを経る場合には、石英基板や耐熱ガラス基板等が用いられるが、これらは非常に高価であり、したがって製品価格の上昇を招く。

【0005】また、ガラス基板は重く、割れやすいという性質をもつ。パームトップコンピュータや携帯電話機等の携帯用電子機器に使用される液晶ディスプレイでは、可能な限り安価で、軽くて、多少の変形にも耐え、かつ落としても壊れにくいのが望ましいが、現実には、ガラス基板は重く、変形に弱く、かつ落下による破壊の恐れがあるのが普通である。

【0006】つまり、製造条件からくる制約と製品に要求される好ましい特性との間に溝があり、これら双方の条件や特性を満足させることは極めて困難であった。

【0007】そこで本出願人は、薄膜デバイスを含む被転写層を従来のプロセスにて基板上に形成した後に、この薄膜デバイスを含む被転写層を基板から離脱させて、転写体に転写させる技術を提案している（特願平8-225643号）。

【0008】このために、基板と被転写層である薄膜デバイスとの間に、分離層を形成している。この分離層に光を照射することで、分離層の層内および／または界面を剥離させて、基板と被転写層との結合力を弱めることで、被転写層を基板から離脱させることを可能としている。この結果、被転写層は転写体に転写される。ここで、薄膜デバイスを形成するのに高温処理を伴う製造プロセスを経る場合には、石英基板や耐熱ガラス基板等が用いられる。しかし、転写体はこのような高温処理に晒されることがないので、転写体として求められる制約が大幅に緩和される利点がある。

【0009】ここで説明した転写技術では、被転写層を製造する時に用いた第1の基板（元基板）に積層関係と、被転写層の転写先である第1の転写基板（一次転写体）に対する積層関係とは互いに逆になってしまう。

【0010】そこで、第1の転写基板に転写された被転写層を第2の転写基板（二次転写体）に再転写して被転写層の積層関係を基に戻すことが行われている。さらに、1度だけの転写を行う場合では、石英基板上の被転写層をフィルム（一次転写体）にいきなり転写することは困難であるのに対して、1次転写を経た2次転写を利用することによってフィルム状の二次転写体に被転写層を好適に転写することが可能となる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、二回転写を行う従来技術では次の問題がある。第1に、一回目の転写を行う際、被転写層を元基板から剥離又は分離する上で改良すべき点がある。また、従来の二度転写技術では、水溶性接着剤を介して被転写層と第1の転写基板とを接着しており、水系溶剤に前記水溶性接着剤を晒すことによりこの接着・分離層をエッチングし、この水溶性接着剤の部分で被転写層を一次転写体から剥離して二次転写体に転写するようにしているが、この剥離が十分行われぬ、もしくは剥離に時間がかかるという問題がある。

【0012】そこで、本発明の目的は、従来の2度転写技術を利用した薄膜デバイスの転写・製造方法において、上記課題を解決するために、一回目の転写を行う際、被転写層を元基板から容易に剥離又は分離することができる薄膜デバイスの転写・分離技術を提供することにある。

【0013】さらに、他の目的は、2度転写技術において、被転写層を第1の転写基板から簡単に剥離可能な薄膜デバイスの転写・分離技術を提供することを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明は、第1の転写基板が第2の転写基板より硬い材質・形態のものから選択されてなることを特徴とするものである。被転写層を元の基板から剥離或いは分離する際に、第1の転写基板が硬い材質・形態で形成されていることにより、剥離を容易に行うことができる。

【0015】また、他の目的を達成するために、本発明は、第1の転写基板が特定の溶剤に特異的に溶解するものから選択することにより、剥離・分離層において特定溶剤によるエッチングが十分進行するようにして、被転写層が第1の転写基板から確実に剥離するようにしたものである。

【0016】本発明は、これら転写・剥離技術を用いた薄膜デバイス（薄膜半導体回路）の転写方法、或いは薄膜デバイスの製造方法であり、さらに、これら薄膜デバイス、この薄膜デバイスを備えた半導体装置、或いは薄膜デバイスがアレイ状のTFTを備えたアクティブマトリクス基板、あるいはこの基板を備えた液晶装置である。

【0017】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1～図9は本発明の第1の実施の形態（薄膜デバイスの転写方法）を説明するための図である。第1の実施の形態は、薄膜デバイス層から構成される被転写層を2度転写して転写体に転写する方法に関する。また、各膜の成膜法のうち、液相プロセスについては、膜の種類毎に分けて後に整理して説明する。



【0018】図1に示すように、基板100上に第1分離層（光吸収層）120を形成する。以下、基板100および第1分離層120について説明する。基板100は、光が透過し得る透光性を有するものであるのが好ましい。この場合、光の透過率は10%以上であるのが好ましく、50%以上であるのがより好ましい。この透過率が低過ぎると、光の減衰（ロス）が大きくなり、第1分離層120を剥離するのにより大きな光量を必要とする。

【0019】また、基板100は、信頼性の高い材料で構成されているのが好ましい。この基板100上に形成される被転写層140を構成する全ての膜が液相プロセスにて実施される場合には、耐熱性も必要とされない。

【0020】但し、基板100は、被転写層140の形成の際の最高温度を $T_{max}$ としたとき、歪点が $T_{max}$ 以上の材料で構成されているのが好ましい。被転写層140の一部の膜を液層プロセス以外の比較的高温プロセスにて形成する場合には、基板100の構成材料は、歪点が350℃以上のものが好ましく、500℃以上のものがより好ましい。このようなものとしては、例えば、石英ガラス、コーニング7059、日本電気ガラスOA-2等の耐熱性ガラスが挙げられる。

【0021】また、基板100の厚さは、特に限定されないが、通常は、0.1～5.0mm程度であるのが好ましく、0.5～1.5mm程度であるのがより好ましい。基板100の厚さが薄すぎると強度の低下を招き、厚すぎると、基板100の透過率が低い場合に、光の減衰を生じ易くなる。なお、基板100の光の透過率が高い場合には、その厚さは、前記上限値を超えるものであってもよい。なお、光を均一に照射できるように、基板100の厚さは、均一であるのが好ましい。

【0022】第1分離層120は、物理的作用（光、熱など）、化学的作用（薬液との化学反応など）あるいは機械的作用（引張り、振動）のいずれか一つあるいは複数の作用を受けることで、その結合力が減少されあるいは消滅され、それによりこの第1分離層120を介して基板100の分離を促すものである。

【0023】この第1分離層120として例えば、照射される光を吸収し、その層内および／または界面において剥離（以下、「層内剥離」、「界面剥離」と言う）を生じるような性質を有するものであり、好ましくは、光の照射により、第1分離層120を構成する物質の原子間または分子間の結合力が消失または減少すること、すなわち、アブレーションが生じて層内剥離および／または界面剥離に至るものがよい。

【0024】さらに、光の照射により、第1分離層120から気体が放出され、分離効果が発現される場合もある。すなわち、第1分離層120に含有されていた成分が気体となって放出される場合と、第1分離層120が光を吸収して一瞬気体になり、その蒸気が放出され、分

離に寄与する場合とがある。このような第1分離層120の組成としては、例えば、次のA～Eに記載されるものが挙げられる。

#### A. アモルファスシリコン（a-Si）

このアモルファスシリコン中には、水素（H）が含有されていてもよい。この場合、Hの含有量は、2原子%以上程度であるのが好ましく、2～20原子%程度であるのがより好ましい。このように、水素（H）が所定量含有されていると、光の照射によって水素が放出され、第1分離層120に内圧が発生し、それが上下の薄膜を剥離する力となる。アモルファスシリコン中の水素（H）の含有量は、成膜条件、例えばCVDにおけるガス組成、ガス圧、ガス雰囲気、ガス流量、温度、基板温度、投入パワー等の条件を適宜設定することにより調整することができる。

B. 酸化ケイ素又はケイ酸化合物、酸化チタンまたはチタン酸化合物、酸化ジルコニウムまたはジルコン酸化合物、酸化ランタンまたはランタン酸化合物等の各種酸化物セラミックス、透電体（強誘電体）あるいは半導体酸化ケイ素としては、 $SiO$ 、 $SiO_2$ 、 $Si_3O_2$ が挙げられ、ケイ酸化合物としては、例えば $K_2SiO_3$ 、 $Li_2SiO_3$ 、 $CaSiO_3$ 、 $ZrSiO_4$ 、 $Na_2SiO_3$ が挙げられる。

【0025】酸化チタンとしては、 $TiO$ 、 $Ti_2O_3$ 、 $TiO_2$ が挙げられ、チタン酸化合物としては、例えば、 $BaTiO_4$ 、 $BaTiO_3$ 、 $Ba_2Ti_9O_{20}$ 、 $BaTi_5O_{11}$ 、 $CaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 $MgTiO_3$ 、 $ZrTiO_2$ 、 $SnTiO_4$ 、 $Al_2TiO_5$ 、 $FeTiO_3$ が挙げられる。

【0026】酸化ジルコニウムとしては、 $ZrO_2$ が挙げられ、ジルコン酸化合物としては、例えば $BaZrO_3$ 、 $ZrSiO_4$ 、 $PbZrO_3$ 、 $MgZrO_3$ 、 $K_2ZrO_3$ が挙げられる。

C. PZT、PLZT、PLLZT、PBZT等のセラミックスあるいは誘電体（強誘電体）D. 窒化珪素、窒化アルミ、窒化チタン等の窒化物セラミックス

#### E. 有機高分子材料

有機高分子材料としては、 $-CH-$ 、 $-CO-$ （ケトン）、 $-CONH-$ （アミド）、 $-NH-$ （イミド）、 $-COO-$ （エステル）、 $-N=N-$ （アゾ）、 $-CH=N-$ （シフ）等の結合（光の照射によりこれらの結合が切断される）を有するもの、特に、これらの結合を多く有するものであればいかなるものでもよい。また、有機高分子材料は、構成式中に芳香族炭化水素（1または2以上のベンゼン環またはその縮合環）を有するものであってもよい。

【0027】このような有機高分子材料の具体例としては、ポリエチレン、ポリプロピレンのようなポリオレフィン、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリフェニレンサル

ファイド (PPS)、ポリエーテルスルホン (PES)、エポキシ樹脂等があげられる。

#### F. 金属

金属としては、例えば、Al, Li, Ti, Mn, In, Sn, Y, La, Ce, Nd, Pr, Gd, Smまたはこれらのうちの少なくとも1種を含む合金が挙げられる。

【0028】また、第1分離層120の厚さは、剥離目的や第1分離層120の組成、層構成、形成方法等の諸条件により異なるが、通常は、1nm~20μm程度であるのが好ましく、10nm~2μm程度であるのがより好ましく、40nm~1μm程度であるのがさらに好ましい。第1分離層120の膜厚が小さすぎると、成膜の均一性が損なわれ、剥離にムラが生じることがあり、また、膜厚が厚すぎると、第1分離層120の良好な剥離性を確保するために、光のパワー（光量）を大きくする必要があり、後に第1分離層120を除去する際に、その作業に時間がかかる。なお、第1分離層120の膜厚は、できるだけ均一であるのが好ましい。

【0029】第1分離層120の形成方法は、特に限定されず、膜組成や膜厚等の諸条件に応じて適宜選択される。たとえば、CVD (MOCVD、低圧CVD、ECR-CVDを含む)、蒸着、分子線蒸着 (MB)、スパッタリング、イオンプレーティング、PVD等の各種気相成膜法、電気メッキ、浸漬メッキ (ディッピング)、無電解メッキ等の各種メッキ法、ラングミュア・プロジェット (LB) 法、スピコート、スプレーコート、ロールコート等の塗布法、各種印刷法、転写法、インクジェット法、粉末ジェット法等が挙げられ、これらのうちの2以上を組み合わせ形成することもできる。なお、液相プロセスについては後述する。

【0030】例えば、第1分離層120の組成がアモルファスシリコン (a-Si) の場合には、CVD、特に低圧CVDやプラズマCVDにより成膜することができる。

【0031】次に、図2に示すように、第1分離層120上に、被転写層 (薄膜デバイス層) 140を形成する。

【0032】この薄膜デバイス層140のK部分 (図2において1点鎖鎖線で囲んで示される部分) の拡大断面図を、図2の右側に示す。図示されるように、薄膜デバイス層140は、例えば、SiO<sub>2</sub>膜 (中間層) 142上に形成されたTFT (薄膜トランジスタ) を含んで構成され、このTFTは、ポリシリコン層にn型不純物を導入して形成されたソース、ドレイン層146と、チャネル層144と、ゲート絶縁膜148と、ゲート電極150と、層間絶縁膜154と、例えばアルミニウムからなる電極152とを具備する。

【0033】本実施の形態では、第1分離層120に接して設けられる中間層としてSiO<sub>2</sub>膜を使用している

が、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>などのその他の絶縁膜を使用することもできる。SiO<sub>2</sub>膜 (中間層) の厚みは、その形成目的や発揮し得る機能の程度に応じて適宜決定されるが、通常は、10nm~5μm程度であるのが好ましく、40nm~1μm程度であるのがより好ましい。中間層は、種々の目的で形成され、例えば、被転写層140を物理的または化学的に保護する保護層、絶縁層、導電層、レーザー光の遮光層、マイグレーション防止用のバリア層、反射層としての機能の内の少なくとも1つを発揮するものが挙げられる。

【0034】なお、場合によっては、SiO<sub>2</sub>膜等の中間層を形成せず、第1分離層120上に直接被転写層 (薄膜デバイス層) 140を形成してもよい。

【0035】被転写層140 (薄膜デバイス層) は、図2の右側に示されるようなTFT等の薄膜デバイスを含む層である。

【0036】薄膜デバイスとしては、TFTの他に、例えば、薄膜ダイオードや、シリコンのPIN接合からなる光電変換素子 (光センサ、太陽電池) やシリコン抵抗素子、その他の薄膜半導体デバイス、電極 (例: IT-O、メサ膜のような透明電極)、スイッチング素子、メモリー、圧電素子等のアクチュエータ、マイクロミラー (ピエゾ薄膜セラミックス)、磁気記録薄膜ヘッド、コイル、インダクター、薄膜高透磁材料およびそれらを組み合わせたマイクロ磁気デバイス、フィルター、反射膜、ダイクロイックミラー等がある。上記の例示に限らず、本発明の趣旨に反しない種々の薄膜デバイスに適用できる。

【0037】このような薄膜デバイスは、その形成方法との関係で、通常、比較的高いプロセス温度を経て形成される。したがって、この場合、前述したように、基板100としては、そのプロセス温度に耐え得る信頼性の高いものが必要となる。

【0038】次に、図3に示すように、薄膜デバイス層140上に、第2分離層として例えば熱溶融性接着層160を形成する。なお、第2分離層は、第1分離層と同様にアブレーション層で構成することもできる。また、一度転写の場合には、この第2分離層は不要である。

【0039】この熱溶融性接着層160として、薄膜デバイスへの不純物 (ナトリウム、カリウムなど) 汚染の虞が少ない、例えばブルーフックス (商品名) などのエレクトロンフックスを挙げることができる。

【0040】なお、この種の熱溶融性接着層160は液相プロセスである塗布法、例えばスピコート法により形成することができる。

【0041】第2分離層として、水溶性接着剤を用いることもできる。この種の水溶性接着剤として、例えばケミテック株式会社製のケミシール U-451D (商品名)、株式会社スリーボンド製のスリーボンド3046 (商品名) などを挙げることができる。



【0042】このように、第2分離層160は薄膜デバイス層140の形成時には存在しないので、第1分離層120の材質よりも制約は少なく、耐熱性などは要求されない。

【0043】さらに、図3に示すように、第2分離層である例えば接着層160の上に、一次転写体（第1の転写基板）180を接着する。この一次転写体180は、薄膜デバイス層140の製造後に接着されるものである。薄膜デバイス層140の製造時のプロセス温度などに対する制約はなく、常温時に保型性さえあればよい。本実施の形態ではガラス基板、合成樹脂など、比較的安価で保型性のある材料を用いている。この一次転写体180は、詳細を後述する二次転写体（第2の転写基板）200よりも硬い材料で形成され、薄膜デバイス層140を元基板100から剥離し易い構成となっている。

【0044】次に、図4に示すように、基板100の裏面側から光を照射する。この光は、基板100を透過した後に第1分離層120に照射される。これにより、第1分離層120に層内剥離および／または界面剥離が生じ、結合力が減少または消滅する。

【0045】第1分離層120の層内剥離および／または界面剥離が生じる原理は、第1分離層120の構成材料にアブレーションが生じること、また、第1分離層120に含まれているガスの放出、さらには照射直後に生じる熔融、蒸散等の相変化によるものであることが推定される。

【0046】ここで、アブレーションとは、照射光を吸収した固定材料（第1分離層120の構成材料）が光化学的または熱的に励起され、その表面や内部の原子または分子の結合が切断されて放出することをいい、主に、第1分離層120の構成材料の全部または一部が熔融、蒸散（気化）等の相変化を生じる現象として現れる。また、前記相変化によって微小な発泡状態となり、結合力が低下することもある。

【0047】第1分離層120が層内剥離を生じるか、界面剥離を生じるか、またはその両方であるかは、第1分離層120の組成や、その他種々の要因に左右され、その要因の1つとして、照射される光の種類、波長、強度、到達深さ等の条件が挙げられる。

【0048】照射する光としては、第1分離層120に層内剥離および／または界面剥離を起こさせるものであればいかなるものでもよく、例えば、X線、紫外線、可視光、赤外線（熱線）、レーザー光、ミリ波、マイクロ波、電子線、放射線（ $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線）等が挙げられる。そのなかでも、第1分離層120の剥離（アブレーション）を生じさせ易いという点で、レーザー光が好ましい。

【0049】このレーザー光を発生させるレーザー装置としては、各種気体レーザー、固体レーザー（半導体レーザー）等

が挙げられるが、エキシマレーザー、Nd-YAGレーザー、Arレーザー、CO<sub>2</sub>レーザー、COレーザー、He-Neレーザー等が好適に用いられ、その中でもエキシマレーザーが特に好ましい。

【0050】エキシマレーザーは、短波長域で高エネルギーを出力するため、極めて短時間で第1分離層2にアブレーションを生じさせることができ、よって隣接する転写体180や基板100等に温度上昇をほとんど生じさせることなく、すなわち劣化、損傷を生じさせることなく、第1分離層120を剥離することができる。

【0051】また、第1分離層120にアブレーションを生じさせるに際して、光の波長依存性がある場合、照射されるレーザー光の波長は、100nm～350nm程度であるのが好ましい。

【0052】図10に、基板100の、光の波長に対する透過率の一例を示す。図示されるように、200nmの波長に対して透過率が急峻に増大する特性をもつ。このような場合には、210nm以上の波長の光例えば、Xe-Clエキシマレーザー光（波長308nm）、KrFレーザー光（波長248nm）などを照射する。

【0053】また、第1分離層120に、例えばガス放出、気化、昇華等の相変化を起こさせて分離特性を与える場合、照射されるレーザー光の波長は、350から1200nm程度であるのが好ましい。

【0054】また、照射されるレーザー光のエネルギー密度、特に、エキシマレーザーの場合のエネルギー密度は、 $10 \sim 5000 \text{ mJ/cm}^2$ 程度とするのが好ましく、 $100 \sim 500 \text{ mJ/cm}^2$ 程度とするのがより好ましい。また、照射時間は、 $1 \sim 1000 \text{ nsec}$ 程度とするのが好ましく、 $10 \sim 100 \text{ nsec}$ 程度とするのがより好ましい。エネルギー密度が低いかまたは照射時間が短いと、十分なアブレーション等が生じず、また、エネルギー密度が高いかまたは照射時間が長いと、第1分離層120を透過した照射光により被転写層140に悪影響を及ぼすおそれがある。

【0055】なお、第1分離層120を透過した照射光が被転写層140にまで達して悪影響を及ぼす場合の対策としては、例えば、第1分離層（レーザー吸収層）120上にタンタル（Ta）等の金属膜を形成する方法がある。これにより、第1分離層120を透過したレーザー光は、金属膜124の界面で完全に反射され、それよりの上の薄膜デバイスに悪影響を与えない。あるいは、第1分離層120上にシリコン系介在層例えばSiO<sub>2</sub>を介して、シリコン系レーザー吸収層であるアモルファスシリコン層を形成することもできる。こうすると、第1分離層120を透過した光は、その上のアモルファスシリコン層にて吸収される。ただしその透過光は、上層のアモルファスシリコン層にて再度アブレーションを生ずるほどの光エネルギーがない。また、金属とは異なり、アモルファスシリコン層上に薄膜デバイス層を形成

できるので、既に確立された薄膜形成技術により品質の優れた薄膜デバイス層を形成できる。

【0056】レーザ光に代表される照射光は、その強度が均一となるように照射されるのが好ましい。照射光の照射方向は、第1分離層120に対し垂直な方向に限らず、第1分離層120に対し所定角度傾斜した方向であってもよい。

【0057】また、第1分離層120の面積が照射光の1回の照射面積より大きい場合には、第1分離層120の全領域に対し、複数回に分けて照射光を照射することもできる。また、同一箇所に2回以上照射してもよい。また、異なる種類、異なる波長（波長域）の照射光（レーザ光）を同一領域または異なる領域に2回以上照射してもよい。

【0058】次に、図5に示すように、基板100に力を加えて、この基板100を第1分離層120から離脱させる。図5では図示されないが、この離脱後、基板100上に第1分離層120が付着することもある。

【0059】次に、図6に示すように、残存している第1分離層120を、例えば洗浄、エッチング、アッシング、研磨等の方法またはこれらを組み合わせた方法により除去する。これにより、被転写層（薄膜デバイス層）140が、一次転写体180に転写されたことになる。

【0060】なお、離脱した基板100にも第1分離層120の一部が付着している場合には同様に除去する。なお、基板100が石英ガラスのような高価な材料、希少な材料で構成されている場合等には、基板100は、好ましくは再利用（リサイクル）に供される。すなわち、再利用したい基板100に対し、本発明を適用することができ、有用性が高い。ここで、一度転写の場合には、本工程が最終工程となり、被転写層140の最終転写体180への転写が終了する。

【0061】次に、図7に示すように、薄膜デバイス層140の下面（露出面）に、接着層190を介して、二次転写層200を接着する。

【0062】接着層190を構成する接着剤の好適な例としては、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気硬化型接着剤等の各種硬化型接着剤が挙げられる。接着剤の組成としては、例えば、エポキシ系、アクリレート系、シリコン系等、いかなるものでもよい。このような接着層190の形成は、例えば、塗布法によりなされる。なお、この接着層190の材料は、一度転写の場合の被転写層140と最終転写層180との接着に使用することができる。

【0063】前記硬化型接着剤を用いる場合、例えば被転写層（薄膜デバイス層）140の下面に硬化型接着剤を塗布し、さらに二次転写体200を接合した後、硬化型接着剤の特性に応じた硬化方法により前記硬化型接着剤を硬化させて、被転写層（薄膜デバイス層）140と

二次転写体200とを接着し、固定する。

【0064】接着剤が光硬化型の場合、好ましくは光透過性の二次転写体200の外側から光を照射する。接着剤としては、薄膜デバイス層に影響を与えにくい紫外線硬化型などの光硬化型接着剤を用いれば、光透過性の一次転写体180側から、あるいは光透過性の一次、二次転写体180、200の両側から光照射しても良い。なお、二次転写体200としては、平板あるいは湾曲板の透明基板が使用される。

【0065】二次転写体200は、前記基板100に比べ、耐熱性、耐食性等の特性が劣るものであってもよい。その理由は、本発明では、基板100側に被転写層（薄膜デバイス層）140を形成し、その後、被転写層（薄膜デバイス層）140を二次転写体200に転写するため、二次転写体200に要求される特性、特に耐熱性は、被転写層（薄膜デバイス層）140の形成の際の温度条件等に依存しないからである。この点は、一次転写体180についても同様である。

【0066】したがって、被転写層140の形成の際の最高温度を $T_{max}$ としたとき、一次、二次転写体180、200の構成材料として、ガラス転移点（ $T_g$ ）または軟化点が $T_{max}$ 以下のものを用いることができる。例えば、一次、二次転写体180、200は、ガラス転移点（ $T_g$ ）または軟化点が好ましくは800℃以下、より好ましくは500℃以下、さらに好ましくは320℃以下の材料で構成することができる。

【0067】また、一次、二次転写体180、200の機械的特性としては、ある程度の硬さ（剛性、強度）を有するものが好ましいが、可撓性、弾性を有するものであってもよい。また、前述のように二次転写体200は一次転写体180よりも柔らかい、又は剛性が低いものから選択される。

【0068】一次転写体と二次転写体との組合せは次のとおりである。一次転写体がガラス（又は石英）であり、二次転写体がプラスチック。両方と合成樹脂である場合には、一次転写体の厚さが二次転写体の厚さより大きい、または一次転写体の材料が二次転写体の材料より硬いか、あるいは剛性が高い。ここで、「硬い」とは、例えば、薄膜デバイスを一次転写体に転写する際、元基板から薄膜デバイスを剥がすことになるが、この時、一次転写体が薄膜デバイスから剥離することなく、元基板と薄膜デバイスとを剥離できる程度の強度、剛性、厚み、材質などを有していることを指す。

【0069】なお、この実施形態において、薄膜デバイスを二次転写体に転写する際に、一次転写体及び第2分離層160が共に特定の溶剤に溶解することが好ましい。すなわち、一次転写体（第1転写基板）ごと溶剤に溶けるようにすることにより、第2分離層において、薄膜デバイスを一次転写体から確実に分離することが可能となる。従来分離層として水溶性接着剤を使用すること



があるが、一次転写体自体は水溶性ではないために、水に臨んでいる水溶性接着剤の端面から徐々にエッチングされるだけである。これでは一次転写体を十分剥離するのにかなりの時間を要するが、転写体自体も分離層と同様に特定溶剤に溶解するものにすれば、分離層の端面ばかりでなくほぼ全面において一次転写体を薄膜デバイスから分離することができる。この時、二次転写基板200及び接着層190を特定溶剤に溶けないようにする。

【0070】上記観点から、一次転写体180、二次転写体200の材料、および二次転写時の特定溶剤の好適な組合せは次の表1に示すとおりである。

【0071】表1、一次転写体、二次転写体、二次転写時溶剤

一次転写体の材料	二次転写体の材料	二次転写時の溶剤
アクリル樹脂	ポリエチレン	IPAまたはエチルセルロース
塩化ビニル樹脂	フッ素樹脂	アセトン
PES	フッ素樹脂	アセトン

一次、二次転写体180、200の構成材料としては、両者に硬さの差があれば、各種合成樹脂または各種ガラス材が挙げられ、特に、各種合成樹脂や通常の（低融点の）安価なガラス材が好ましく、これらの材料から一次転写体180が二次転写体200より硬くなる組合せを選択すべきである。

【0072】合成樹脂としては、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂のいずれでもよく、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-プロピレン共重合体、エチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）等のポリオレフィン、環状ポリオレフィン、変性ポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリカーボネート、ポリ（4-メチルペンテン-1）、アイオノマー、アクリル系樹脂、ポリメチルメタクリレート、アクリル-スチレン共重合体（AS樹脂）、ブタジエン-スチレン共重合体、ポリオ共重合体（EVOH）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、プリシクロヘキサントレフタレート（PCT）等のポリエステル、ポリエーテル、ポリエーテルケトン（PEK）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルイミド、ポリアセタール（POM）、ポリフェニレンオキシド、変性ポリフェニレンオキシド、ポリアリレート、芳香族ポリエステル（液晶ポリマー）、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、その他フッ素系樹脂、スチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、フッ素ゴム系、塩素化ポリエチレン系等の各種熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル、シリコン樹脂、ポリウレタン等、またはこれらを主とする共

重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせ（例えば2層以上の積層体として）用いることができる。

【0073】ガラス材としては、例えば、ケイ酸ガラス（石英ガラス）、ケイ酸アルカリガラス、ソーダ石灰ガラス、カリ石灰ガラス、鉛（アルカリ）ガラス、バリウムガラス、ホウケイ酸ガラス等が挙げられる。このうち、ケイ酸ガラス以外のものは、ケイ酸ガラスに比べて融点が低く、また、成形、加工も比較的容易であり、しかも安価であり、好ましい。

【0074】二次転写体200として合成樹脂で構成されたものを用いる場合には、大型の二次転写体200を一体的に成形することができるとともに、湾曲面や凹凸を有するもの等の複雑な形状であっても容易に製造することができ、また、材料コスト、製造コストも安価であるという種々の利点が享受できる。したがって、合成樹脂の使用は、大型で安価なデバイス（例えば、液晶ディスプレイ）を製造する上で有利である。

【0075】なお、二次転写体200は、例えば、液晶セルのように、それ自体独立したデバイスを構成するものや、例えばカラーフィルター、電極層、誘電体層、絶縁層、半導体素子のように、デバイスの一部を構成するものであってもよい。

【0076】さらに、一次、二次転写体180、200は、金属、セラミックス、石材、木材紙等の物質であってもよいし、ある品物を構成する任意の面上（時計の面上、エアコンの表面上、プリント基板の上等）、さらには壁、柱、天井、窓ガラス等の構造物の表面上であってもよい。

【0077】次に、図8に示すように、一次転写体、被転写層、及び二次転写体を備えた転写後構造物を特定溶剤に浸すことによって、一次転写体を溶剤に溶かしながら分離層160において被転写層を一次転写体から剥離する。第2分離層160として上述した水溶性接着剤を用いた場合には、少なくとも第2分離層160を含む領域を純水に浸せばよい。

【0078】最後に、薄膜デバイス層140の表面に付着した第2分離層160を除去することで、図9に示すように、二次転写体200に転写された薄膜デバイス層140を得ることができる。ここで、この二次転写体200に対する薄膜デバイス層140の積層関係は、図2に示すように当初の基板100に対する薄膜デバイス層140の積層関係と同じとなる。

【0079】以上のような各工程を経て、被転写層（薄膜デバイス層）140の二次転写体200への転写が完了する。その後、被転写層（薄膜デバイス層）140に隣接するSiO<sub>2</sub>膜の除去や、被転写層140上への配線等の導電層や所望の保護膜の形成等を行うこともできる。

【0080】本発明では、被剥離物である被転写層（薄

膜デバイス層) 140自体を直接に剥離するのではなく、第1分離層120及び第2分離層160において分離して二次転写体200に転写するため、被分離物(被転写層140)の特性、条件等にかかわらず、容易かつ確実に、しかも均一に転写することができ、分離操作に伴う被分離物(被転写層140)へのダメージもなく、被転写層140の高い信頼性を維持することができる。

【0081】次に、図2～図9の具体的な製造プロセスの例を図11～図21を用いて説明する。

(工程1) 図11に示すように、基板(例えば石英基板)100上に、第1分離層(例えば、LPCVD法により形成されたアモルファスシリコン層)120と、中間層(例えば、SiO<sub>2</sub>膜)142と、アモルファスシリコン層(例えばLPCVD法により形成される)143とを順次に積層形成し、続いて、アモルファスシリコン層143の全面に上方からレーザー光を照射し、アニールを施す。これにより、アモルファスシリコン層143は再結晶化してポリシリコン層となる。

(工程2) 続いて、図12に示すように、レーザーアニールにより得られたポリシリコン層をパターニングして、アイランド144a、144bを形成する。

(工程3) 図13に示されるように、CVD法により、アイランド144a、144bを含む全面をゲート絶縁膜148によって覆う。

(工程4) 図14に示されるように、ポリシリコンあるいはメタル等からなるゲート電極150a、150bを形成する。

(工程5) 図15に示すように、ポリイミド等からなるマスク層170を形成し、ゲート電極150bおよびマスク層170をマスクとして用い、セルフアラインで、例えばボロン(B)のイオン注入を行う。これによって、p<sup>+</sup>層172a、172bが形成される。

(工程6) 図16に示すように、ポリイミド等からなるマスク層174を形成し、ゲート電極150aおよびマスク層174をマスクとして用い、セルフアラインで、例えばリン(P)のイオン注入を行う。これによって、n<sup>+</sup>層146a、146bが形成される。

(工程7) 図17に示すように、層間絶縁膜154を形成し、選択的にコンタクトホール形成後、電極152a～152dを形成する。

【0082】このようにして形成されたCMOS構造のTFTが、図2～図9における被転写層(薄膜デバイス層)140に該当する。なお、層間絶縁膜154上に保護膜を形成してもよい。

(工程8) 図18に示すように、CMOS構成のTFT上に、第2分離層としての熱溶融性接着層160を形成する。このとき、TFTの表層に生じていた段差が、熱溶融性接着剤160により平坦化される。なお、第2分離層は、第1分離層と同様にアブレーション層で構成することもでき、あるいは水溶性接着剤を用いることもで

きる。

【0083】ここで、薄膜デバイスであるTFT上にまず絶縁層などの保護層を形成し、その保護層上に第2分離層を設けることが好ましい。特に、第2分離層をアブレーション層とした場合に、アブレーション時に保護層により薄膜デバイス層を保護することができる。

【0084】また、特に第2分離層をアブレーション層にて形成する場合には、その第2分離層自体を第1分離層と同様に多層にて形成することもできる。さらに、この第2分離層と薄膜デバイス層との間に、金属層等の遮光層を設けるとさらに良い。アブレーション時に、薄膜デバイス層に光が入射することを防止できるからである。

【0085】この第2分離層形成後に、第2分離層である熱溶融性接着層160を介して、TFTを一次転写体(例えば、ソーダガラス基板)180に貼り付ける。

(工程9) 図19に示すように、基板100の裏面から、例えば、Xe-C1エキシマレーザー光を照射する。これにより、第1分離層120の層内および/または界面において剥離を生じせしめる。

(工程10) 図20に示すように、基板100を引き剥がす。

(工程11) さらに、第1分離層120をエッチングにより除去する。これにより、図21に示すように、CMOS構成のTFTが、一次転写体180に転写されたことになる。

(工程12) 次に、図22に示すように、CMOS構成のTFTの下面に、熱溶融性樹脂層160よりも硬化点が高い接着層として、例えばエポキシ樹脂層190を形成する。次に、そのエポキシ樹脂層190を介して、TFTを合成樹脂からなる二次転写体200に貼り付ける。続いて、熱を加えてエポキシ樹脂層190を硬化させ、二次転写体200とTFTとを接着(接合)する。

(工程13) 次に、図23に示すように例えばオープン210を用いて熱溶融性樹脂層160を熱により溶融させ、この熱溶融性樹脂層160を境にして、TFTを一次転写体180より引き剥がす。さらに、TFTの下面に残存している熱溶融性樹脂層160を、例えばキシレンなどにより除去する。これにより、図24に示すように、TFTが二次転写体200に転写される。この図24の状態は、図17に示す基板100及び第1分離層120を、二次転写体200及び接着層190に置き換えたものと同じとなる。従って、TFTの製造工程に用いた基板100に対する積層関係が、二次転写体200上にて確保される。このため、電極152a～152dが露出され、それへのコンタクトあるいは配線を容易に行うことができる。なお、図24の状態とした後に、その表層に保護層を形成しても良い。

【0086】図25は本発明に係る薄膜デバイスの転写方法の第2の実施の形態を示す図であり、第1の実施の

形態における工程 8 (図 8) に対応した図である。

【0087】図 25 において、一次転写体 180 上に第 2 分離層 160、薄膜デバイス層 140、接着層 190、二次転写体 200 が形成された状態において、一次転写体 180 を溶剤によって溶解除去する。この溶解除去を可能とするための、一次転写体 180、二次転写体 200 の材料、および二次転写時の溶剤の組合せ例は既述の表に示すとおりである。なお一次転写体 180 を溶解除去する場合には第 2 分離層 160 を省略することも可能である。

【0088】第 1 実施形態の一次転写体剥離は、一次転写体の面積が大きくなると剥離が容易でなくなるが、第 2 実施形態のように溶解除去ではこのような問題はない。

【0089】

【実施例】次に、本発明の具体的実施例について説明する。

(実施例 1) 縦 50mm×横 50mm×厚さ 1.1mm の石英基板 (軟化点: 1630℃、歪点: 1070℃、エキシマレーザの透過率: ほぼ 100%) を用意し、この石英基板の片面に、第 1 分離層 (レーザ光吸収層) として非晶質シリコン (a-Si) 膜を低圧 CVD 法 ( $\text{Si}_2\text{H}_6$  ガス、425℃) により形成した。第 1 分離層の膜厚は、100nm であった。

【0090】次に、第 1 分離層上に、中間層として  $\text{SiO}_2$  膜を形成した。この  $\text{SiO}_2$  膜の形成に液相プロセスを用いた。すなわち、東燃株式会社のポリシラザン (商品名) をキシレンに混合して、基板上にスピン塗布し、この塗布膜を、水蒸気を含む雰囲気中で熱処理することで  $\text{SiO}_2$  膜に転化させた。この中間層の膜厚は、200nm であった。

【0091】次に、中間層上に、被転写層として膜厚 50nm の非晶質シリコン膜を低圧 CVD 法 ( $\text{Si}_2\text{H}_6$  ガス、425℃) により形成し、この非晶質シリコン膜にレーザ光 (波長 308nm) を照射して、結晶化させ、ポリシリコン膜とした。その後、このポリシリコン膜に対し、所定のパターンニングを施し、薄膜トランジスタのソース・ドレイン・チャネルとなる領域を形成した。この後、中間層  $\text{SiO}_2$  と同様の液相プロセスを用いて上記ポリシラザンからなるゲート絶縁膜  $\text{SiO}_2$  を形成した。その後、ゲート絶縁膜上にゲート電極を液相プロセスにて形成した。このために、旭電化工業株式会社製の商品名: アデカ ITO 塗布膜 / ITO-103L を液状とした塗布液をスピンコートし、これを上述の第 1、第 2 の熱処理部 603A、603B にて熱処理して塗布 ITO 膜を形成した。その後、塗布 ITO 膜上に金属メッキ層を形成した。そして、塗布 ITO 膜及び金属メッキ層をパターンニングしてゲート電極を形成した。このゲート電極をマスクとしてイオン注入することによって、自己整合的 (セルフアライン) にソース・ドレイン領域を

形成し、薄膜トランジスタを形成した。この後、必要に応じて、ソース・ドレイン領域に接続される電極及び配線、ゲート電極につながる配線が形成される。これらの電極や配線も、ゲート電極と同様にして同一材料により液相プロセスを用いて形成した。

【0092】次に、前記薄膜トランジスタの上に、アセトン溶解性接着剤を塗布し、一次転写体として縦 200mm×横 300mm×厚さ 1.1mm の大型の透明な塩化ビニル樹脂基板を接合した。

【0093】次に、Xe-CI エキシマレーザ (波長: 308nm) を石英基板側から照射し、第 1 分離層に剥離 (層内剥離および界面剥離) を生じさせた。照射した Xe-CI エキシマレーザのエネルギー密度は、 $250\text{mJ}/\text{cm}^2$ 、照射時間は、20nsec であった。なお、エキシマレーザの照射は、スポットビーム照射とラインビーム照射とがあり、スポットビーム照射の場合は、所定の単位領域 (例えば 8mm×8mm) にスポット照射し、このスポット照射を単位領域の 1/10 程度ずつずらしながら照射していく。また、ラインビーム照射の場合は、所定の単位領域 (例えば 378mm×0.1mm や 378mm×0.3mm (これらはエネルギーの 90% 以上が得られる領域)) を同じく 1/10 程度ずつずらしながら照射していく。これにより、第 1 分離層の各点は少なくとも 10 回の照射を受ける。このレーザ照射は、石英基板全面に対して、照射領域をずらしながら実施される。

【0094】この後、石英基板と一次転写体とを第 1 分離層において引き剥がし、石英基板上に形成された薄膜トランジスタおよび中間層を、一次転写体に一次転写した。

【0095】その後、中間層の表面に付着した第 1 分離層を、エッチングや洗浄またはそれらの組み合わせにより除去した。また、石英基板についても同様の処理を行い、再使用に供した。

【0096】さらに、露出した中間層の下面に、紫外線硬化型接着剤を塗布し (膜厚:  $100\mu\text{m}$ )、さらにその塗膜に、二次転写体として縦 200mm×横 300mm×厚さ 1.1mm の大型の透明なフッ素樹脂基板を接合した後、紫外線を照射して接着剤を硬化させ、これらを接着固定した。

【0097】その後、アセトンに浸して、一次転写体を除去した。これにより、薄膜トランジスタおよび中間層を、二次転写体であるフッ素樹脂基板側に二次転写した。なお、一次転写体の硬度は二次転写体の硬度より高くなるように、両者の厚さに差を設けた。

【0098】ここで、一次転写体が石英基板より大きな基板であれば、本実施例のような石英基板からの一次転写を、平面的に異なる領域に繰り返して実施し、一次転写体上に、石英基板に形成可能な薄膜トランジスタの数より多くの薄膜トランジスタを形成することができる。さらに、一次転写体上に繰り返し積層し、同様により多



くの薄膜トランジスタを形成することができる。あるいは、二次転写体となる基板を、一次転写体及び石英基板よりも大型基板とし、二次転写を繰り返し実施して、石英基板に形成可能な薄膜トランジスタの数より多くの薄膜トランジスタを形成することもできる。

【0099】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、2度転写技術を利用した薄膜デバイスの転写・製造方法において、第2の転写基板に優先させて第1の転写基板から被転写層を剥離又は分離することができる薄膜デバイスの転写・分離技術を提供することができる。

【0100】さらに、本発明によれば、2度転写技術において、剥離層で転写体が被転写層から十分に剥離可能な薄膜デバイスの転写・分離技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第1の工程を示す断面図である。

【図2】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第2の工程を示す断面図である。

【図3】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第3の工程を示す断面図である。

【図4】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第4の工程を示す断面図である。

【図5】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第5の工程を示す断面図である。

【図6】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第6の工程を示す断面図である。

【図7】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第7の工程を示す断面図である。

【図8】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第8の工程を示す断面図である。

【図9】本発明の薄膜デバイスの転写方法の第1の実施の形態における第9の工程を示す断面図である。

【図10】第1の基板（図1の基板100）のレーザー光の波長に対する透過率の変化を示す図である。

【図11】図2の薄膜デバイスを形成するための第1の工程を示す断面図である。

【図12】図2の薄膜デバイスを形成するための第2の実施の形態における第2の工程を示す断面図である。

【図13】図2の薄膜デバイスを形成するための第3の工程を示す断面図である。

【図14】図2の薄膜デバイスを形成するための第4の工程を示す断面図である。

【図15】図2の薄膜デバイスを形成するための第5の工程を示す断面図である。

【図16】図2の薄膜デバイスを形成するための第6の工程を示す断面図である。

【図17】図2の薄膜デバイスを形成するための第7の工程を示す断面図である。

【図18】図3の工程を具体的構造にて説明する第8の工程の断面図である。

【図19】図4の工程を具体的構造にて説明する第9の工程の断面図である。

【図20】図5の工程を具体的構造にて説明する第10の工程の断面図である。

【図21】図6の工程を具体的構造にて説明する第11の工程の断面図である。

【図22】図7の工程を具体的構造にて説明する第12の工程の断面図である。

【図23】図8の工程を具体的構造にて説明する第13の工程の断面図である。

【図24】図9の工程を具体的構造にて説明する第14の工程の断面図である。

【図25】本発明の第2の実施の形態に係る薄膜デバイスの転写方法における二次転写（第一実施形態の工程8（図8）に対応）の状態を示す断面図である。

【符号の説明】

100、3000 基板

120、3100 第1分離層

140、1000～1700 被転写層（薄膜デバイス層）

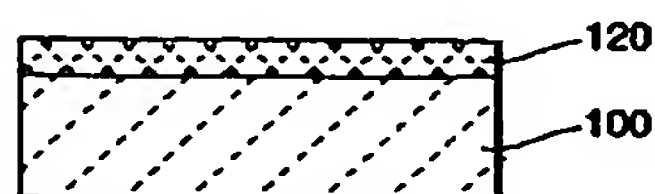
160、1800 第2分離層

180、1900 一次転写体

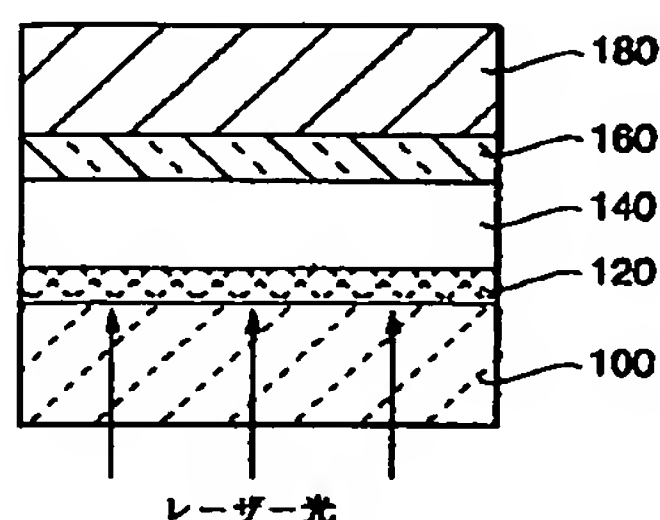
190、2000 接着層

200、2100 二次転写層

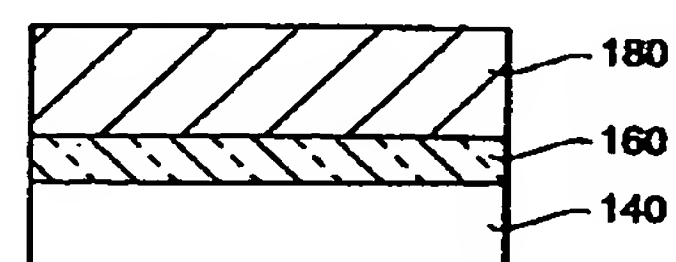
【図1】



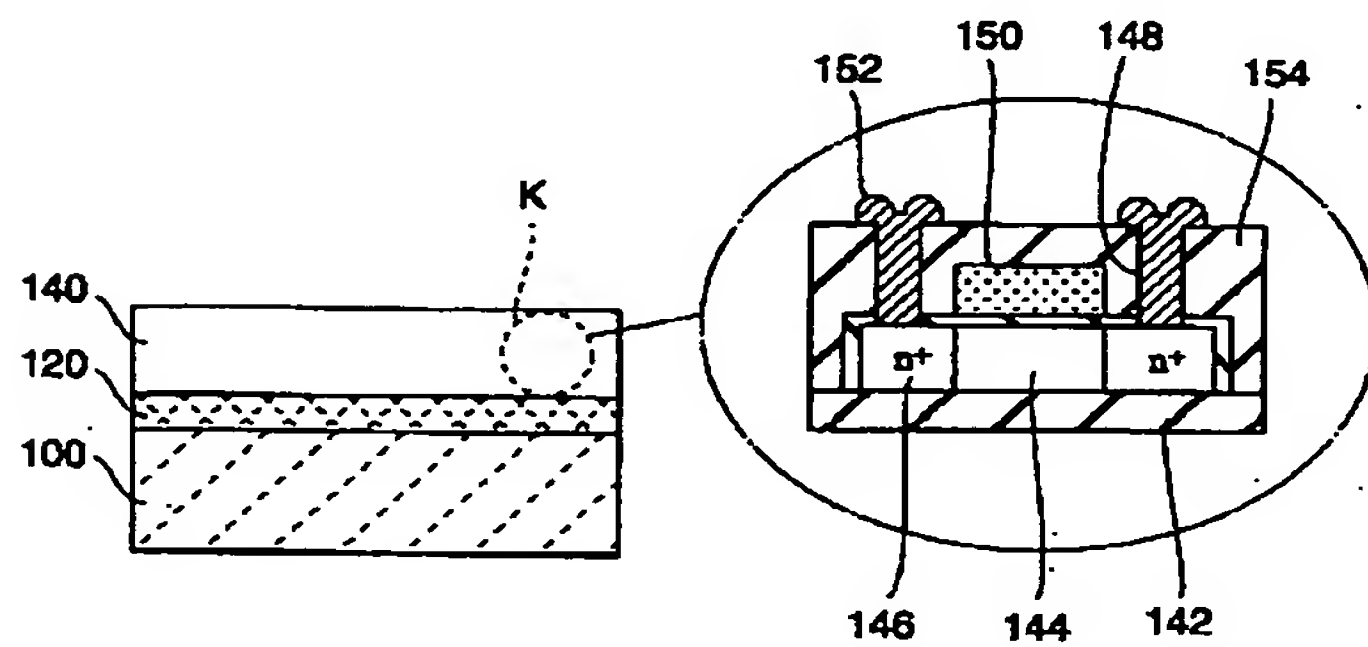
【図4】



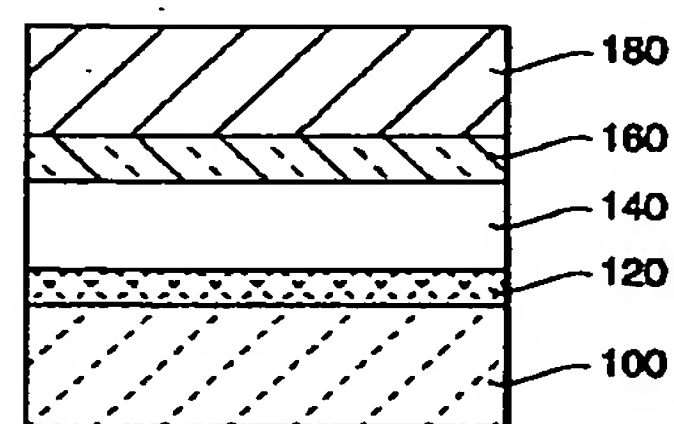
【図6】



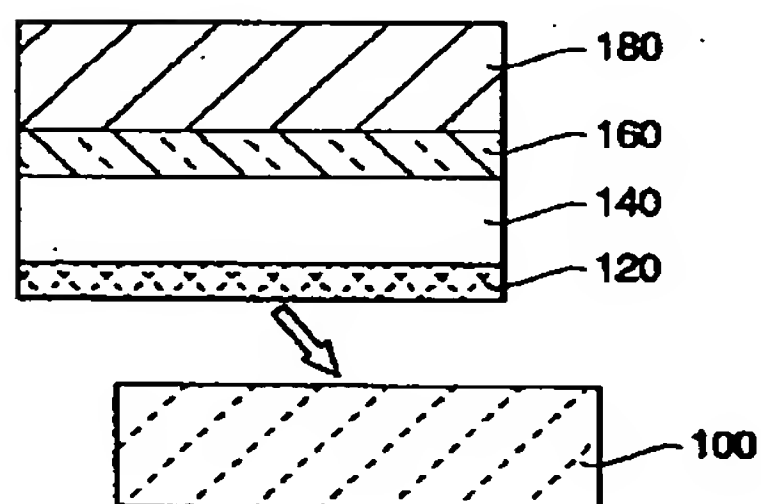
【図2】



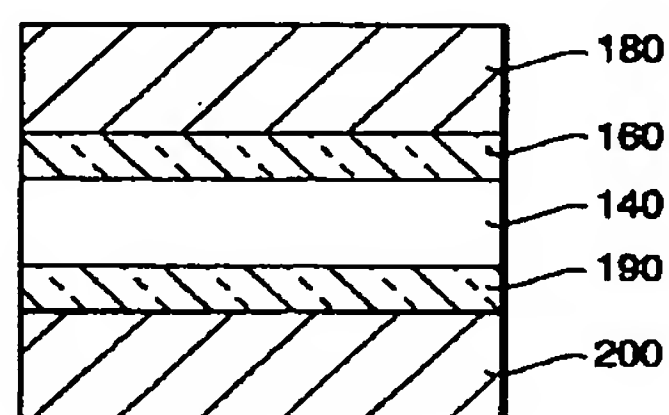
【図3】



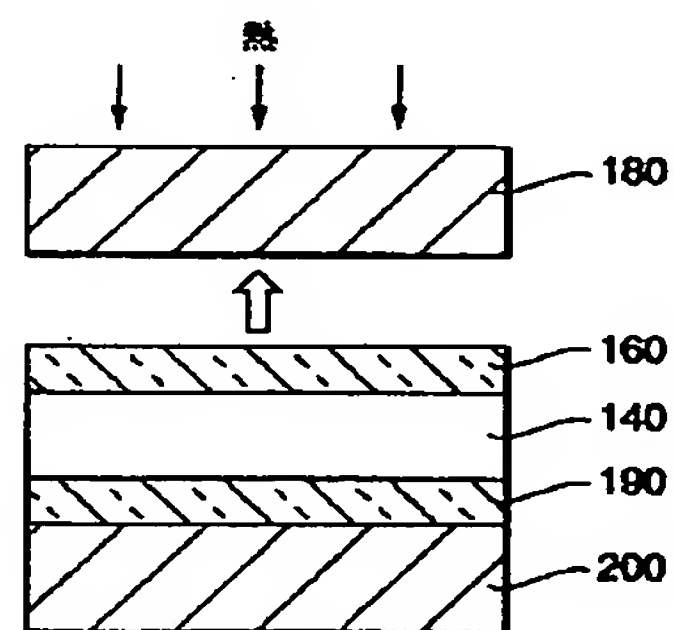
【図5】



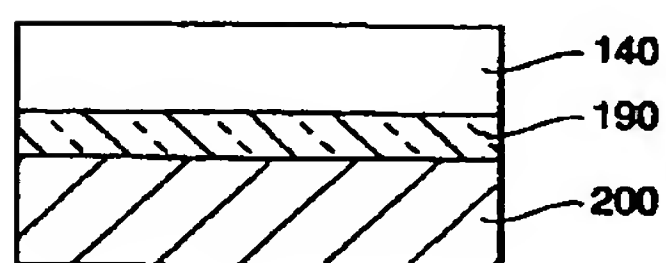
【図7】



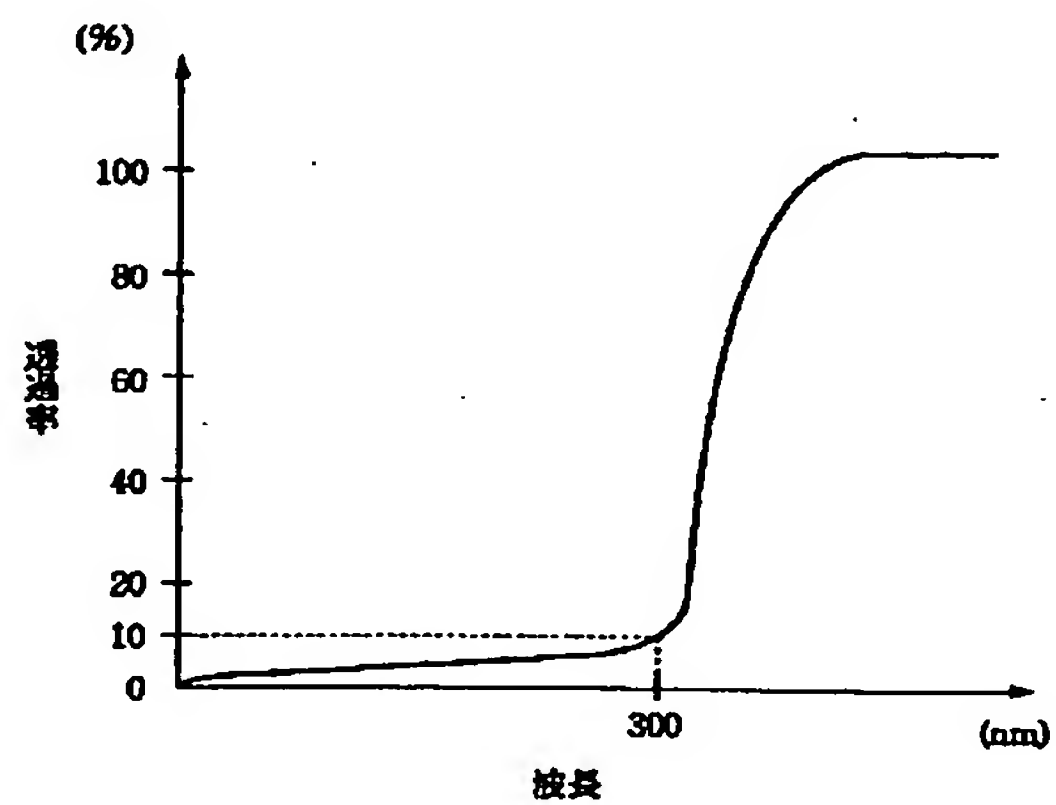
【図8】



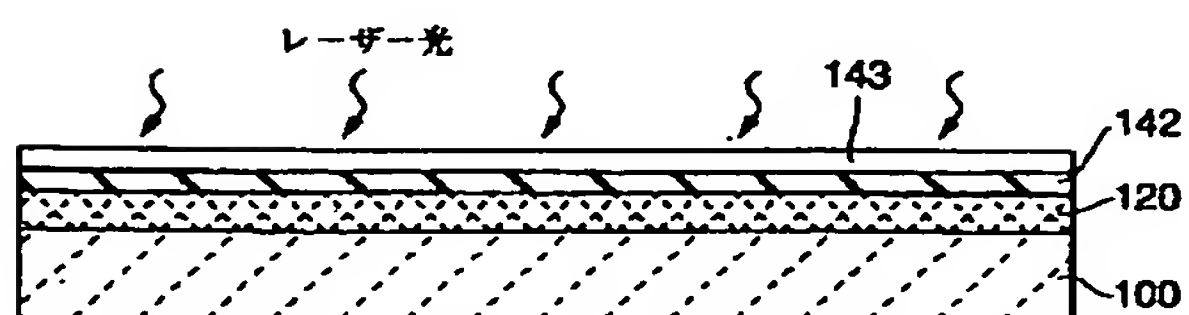
【図9】



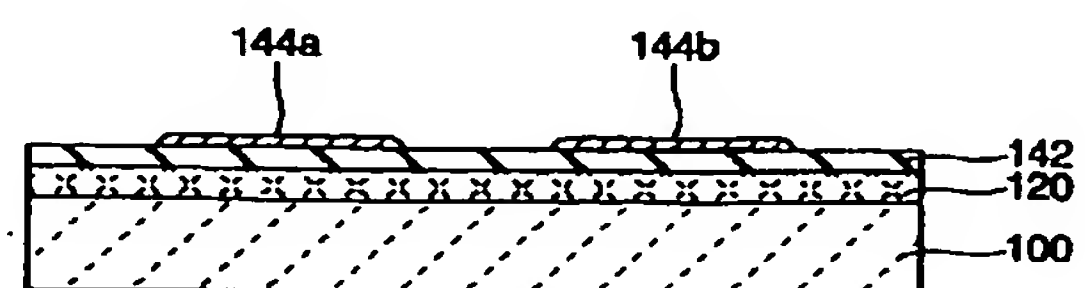
【図10】



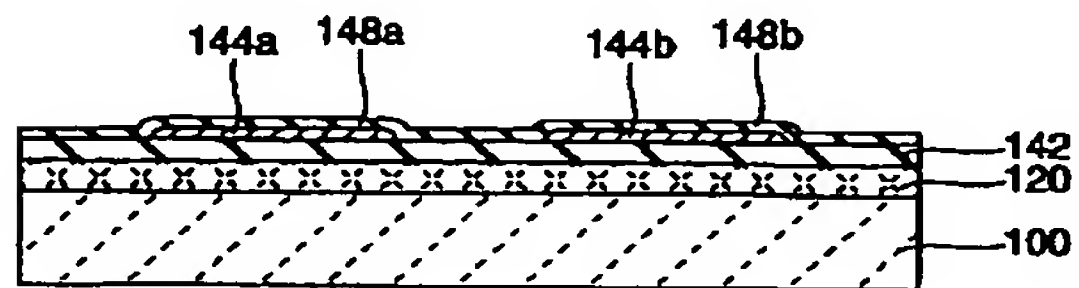
【図11】



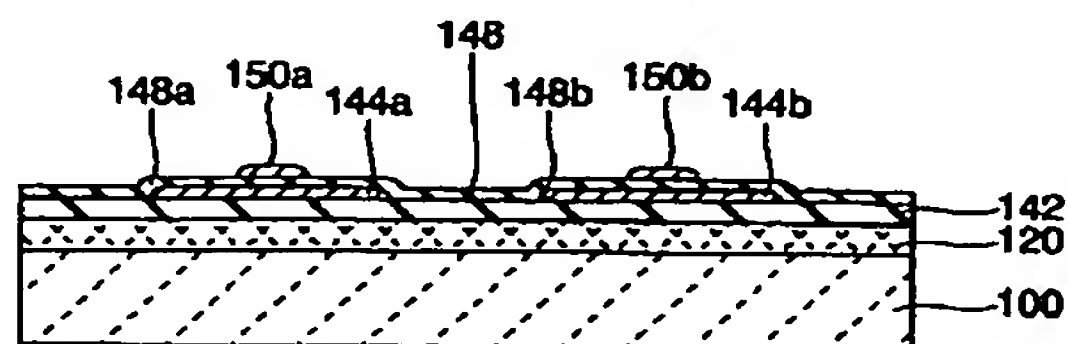
【図12】



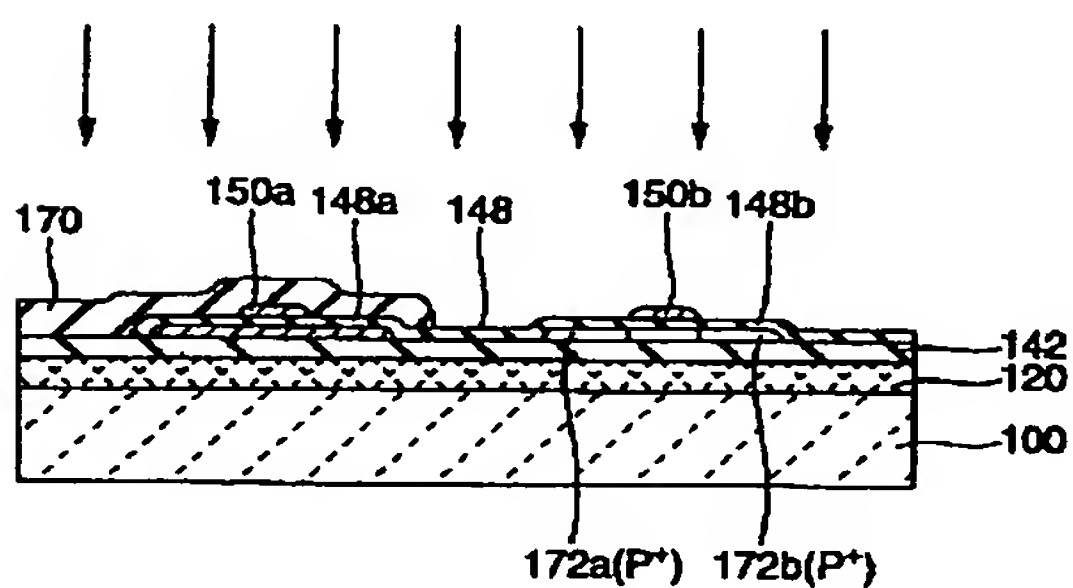
【図13】



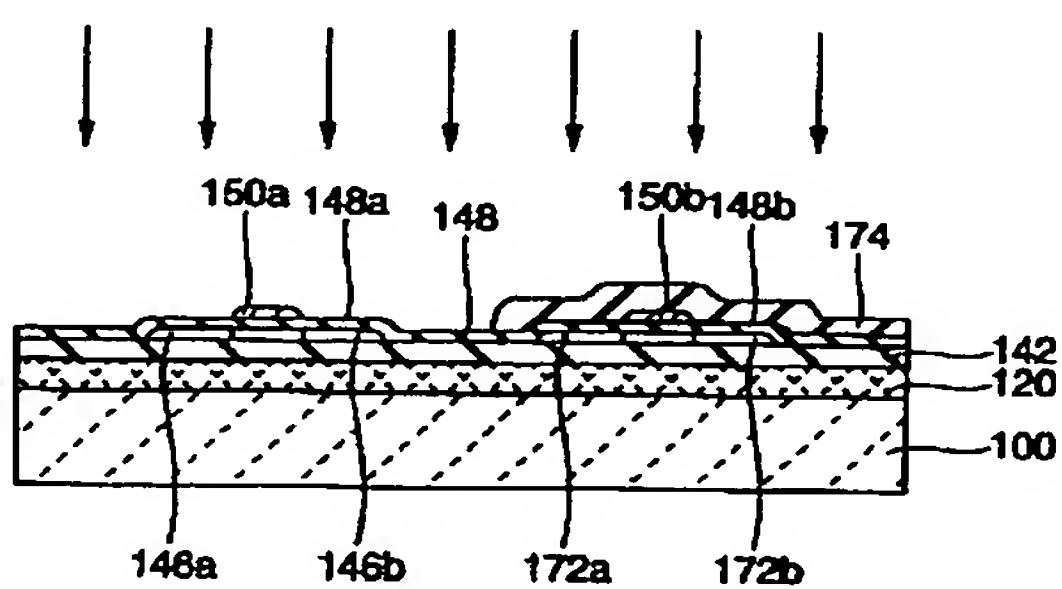
【図14】



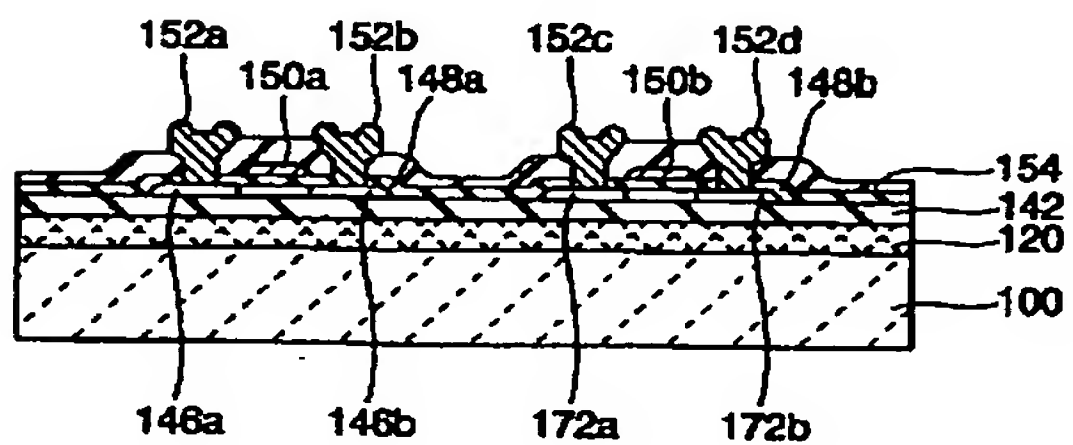
【図15】



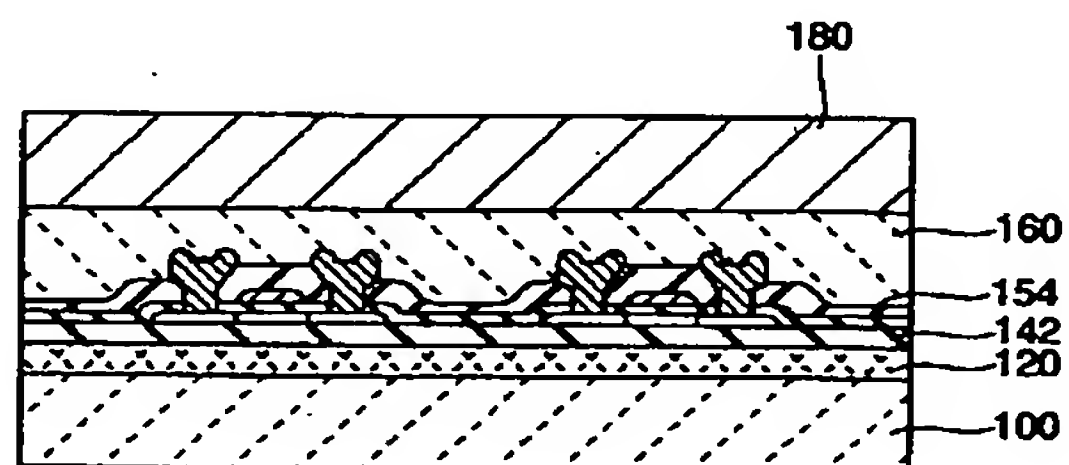
【図16】



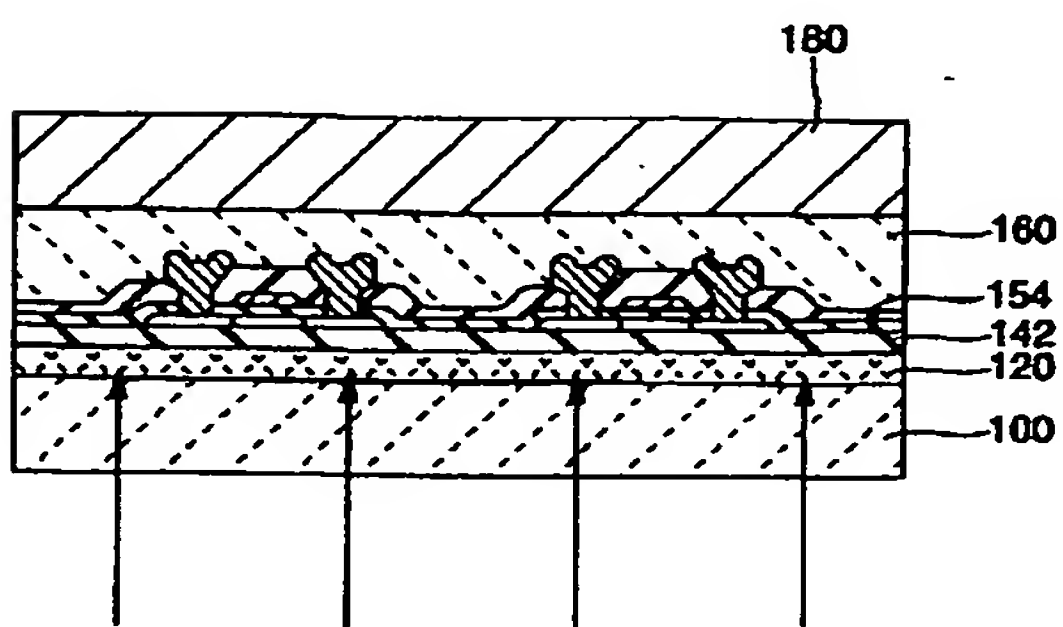
【図17】



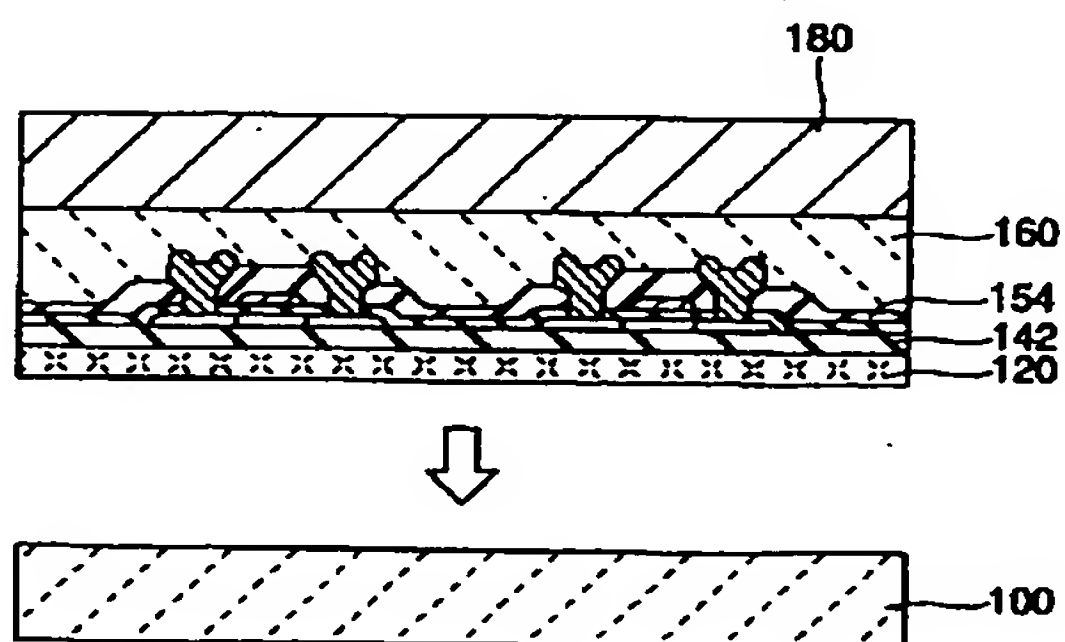
【図18】



【図19】

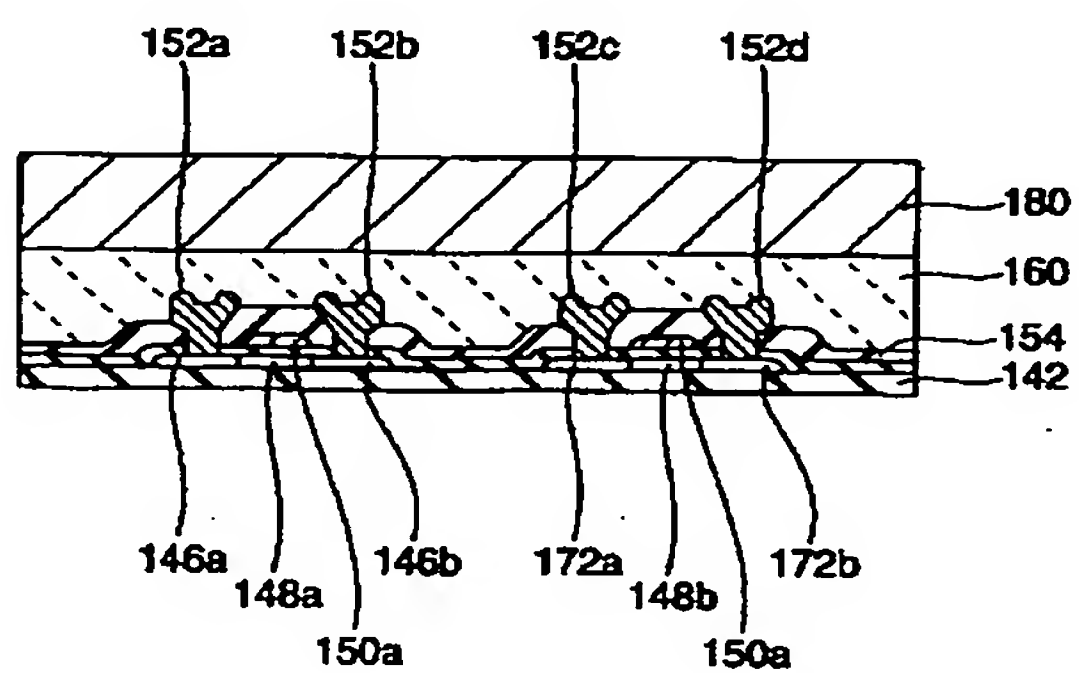


【図20】

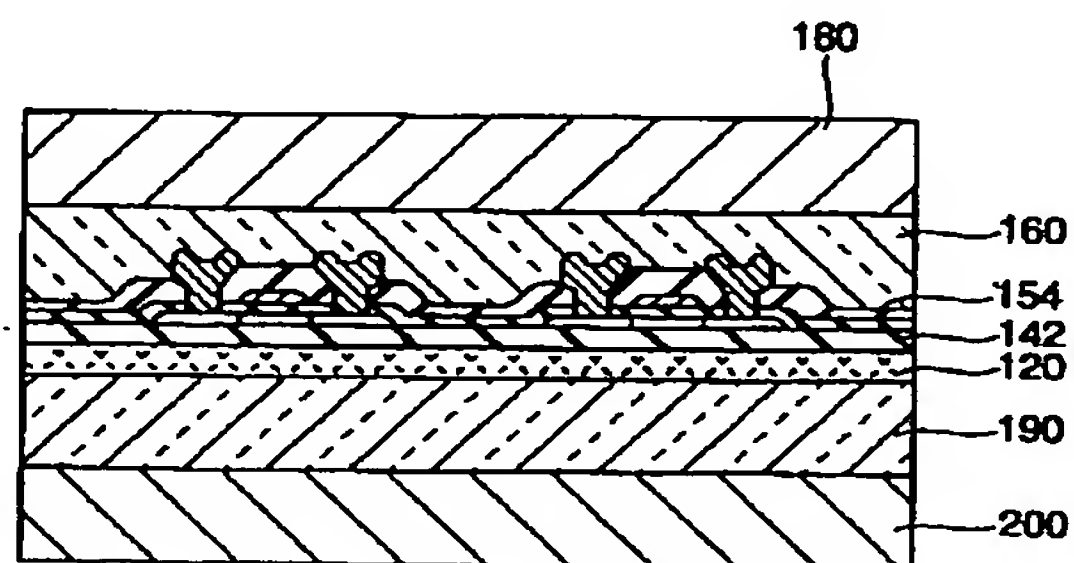




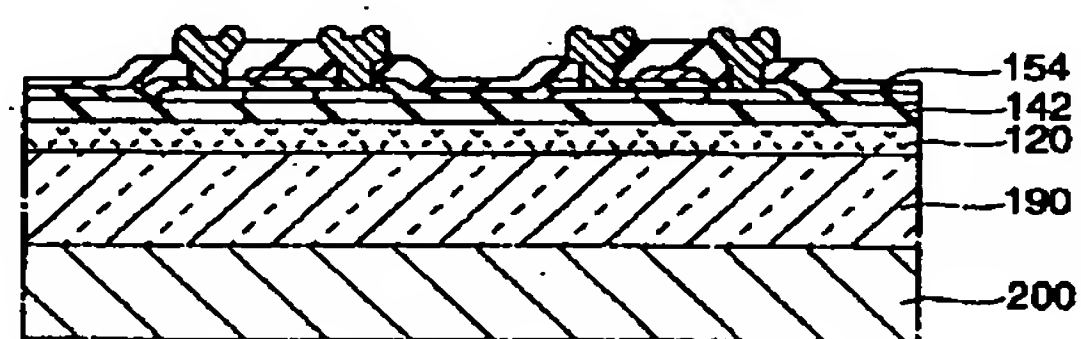
【図 2 1】



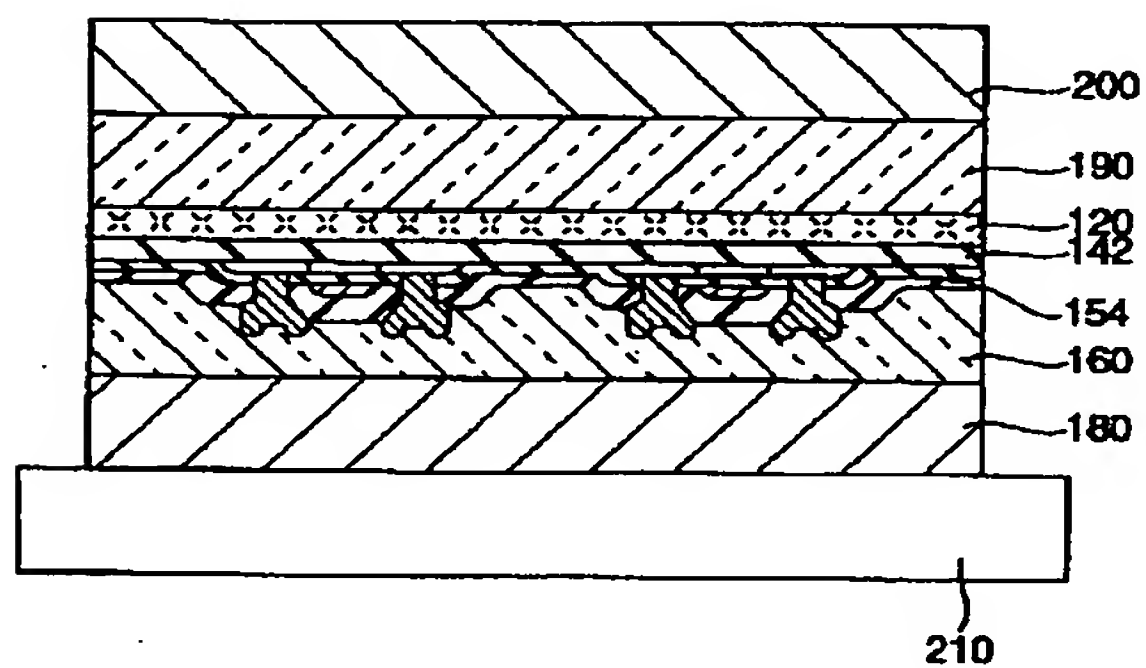
【図 2 2】



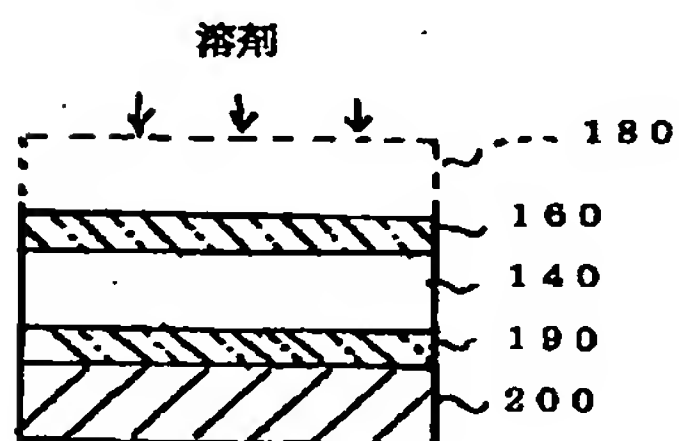
【図 2 4】



【図 2 3】



【図 2 5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H092 JA25 JA29 JA38 JA42 JA43  
JA46 JB13 JB23 JB32 JB33  
JB38 KA04 KA07 MA05 MA08  
MA10 MA14 MA15 MA16 MA18  
MA19 MA20 MA22 MA27 MA30  
MA31 MA35 MA37  
5F110 AA30 BB04 BB05 CC02 DD02  
DD03 DD07 DD12 DD13 DD14  
DD17 EE09 EE41 FF02 FF21  
FF29 GG02 GG13 GG47 HJ01  
HJ13 HL03 NN02 PP03 QQ12  
QQ16